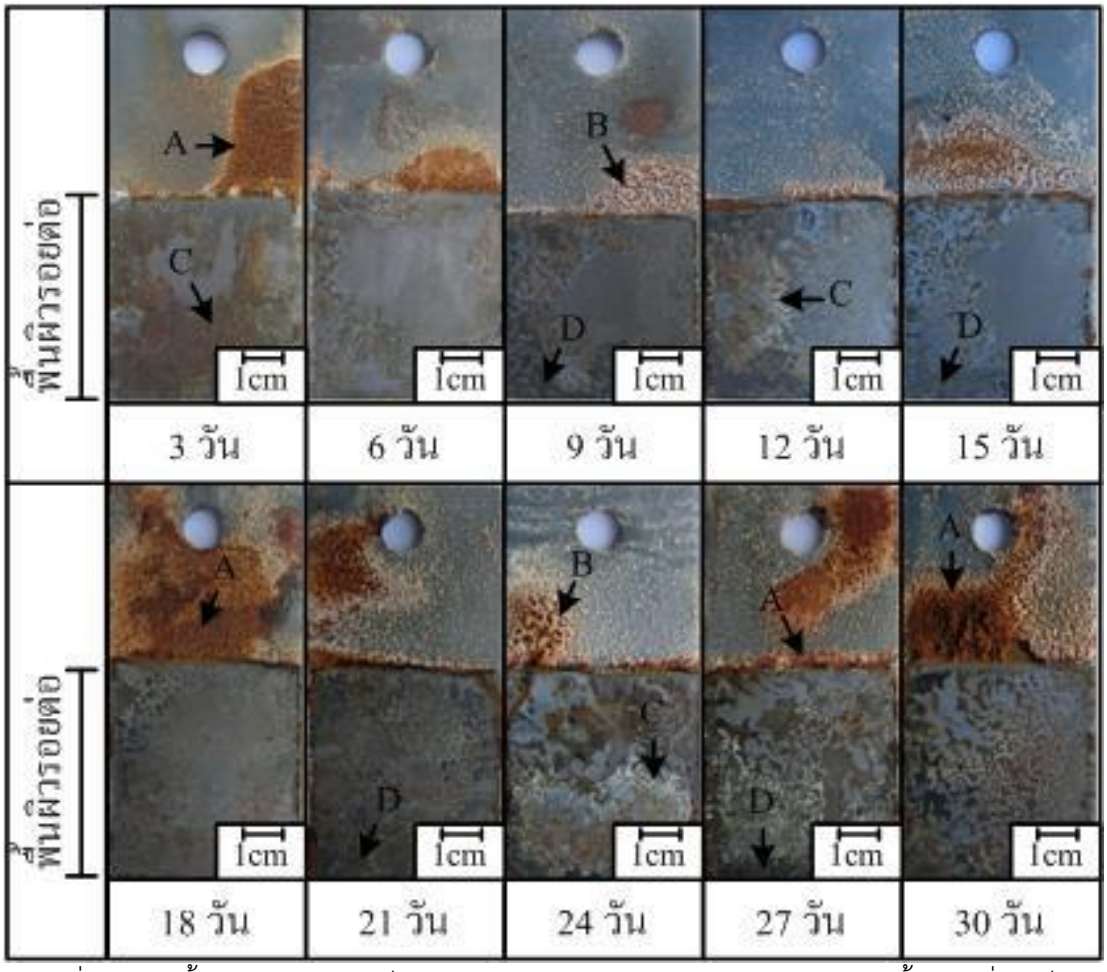
บทที่ 4
ผลการทดลอง

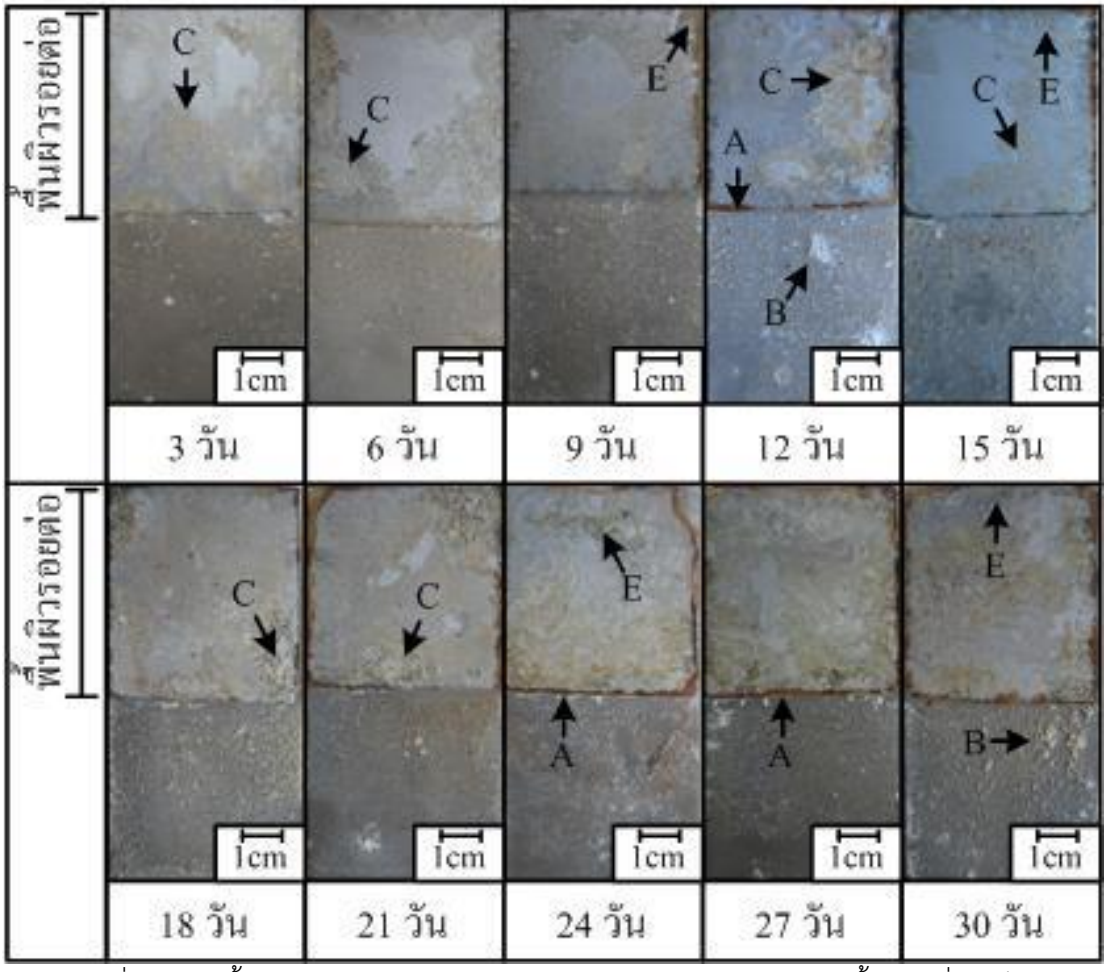
จากการวิจัยในการทดสอบหาอัตราการกัดกร่อน ระหว่างเหล็กกล้าคาร์บอน AISI 1015 และอะลูมิเนียม AA 1100 ในสภาวะน้ำทะเลไทยจากแหล่งต่างๆ โดยทำการต่อเกยและทำการทดสอบ ซึ่งถูกควบคุมด้วยตัวแปรต่างๆ ที่ส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาในการกัดกร่อนได้เร็วขึ้น การทดลองนี้จะทำการตรวจสอบดูลักษณะการเกิดออกไซด์ (สนิม) บนผิวชั้นงานงานทดสอบทั้งภายในและภายนอกรอยต่อเกย หาเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสีย หาอัตราการกัดกร่อน และดูกลไกการกัดกร่อนภายในรอยต่อเกยของวัสดุทั้งสองชนิดในลักษณะที่แตกต่างกันซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

4.1 อิทธิพลของน้ำทะเลฝั่งภูเก็ตต่ออัตราการกัดกร่อนระหว่างอะลูมิเนียม AA 1100 และเหล็กกล้าคาร์บอน AISI 1015

4.1.1 วิเคราะห์ลักษณะพื้นผิวบนชิ้นงานทดสอบ



รูปที่ 4.1 ผิวชิ้นงานของแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน AISI 1015 จากการทดสอบในน้ำทะเลฝั่งภูเก็ต

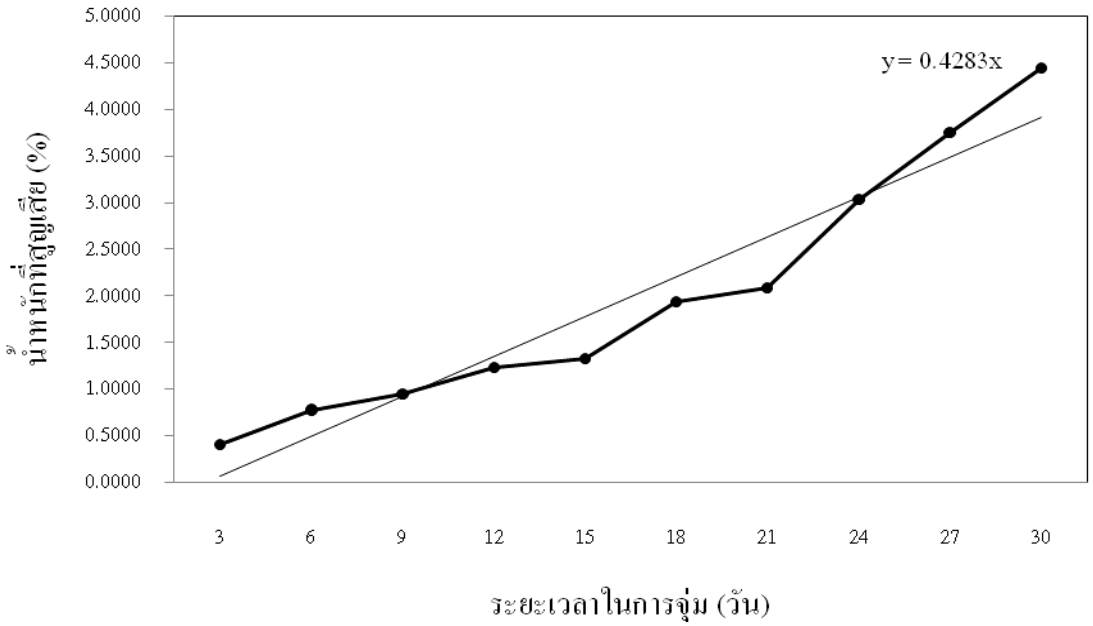


รูปที่ 4.2 ผิวชิ้นงานของแผ่นอะลูมิเนียม AA 1100 จากการทดสอบในน้ำทะเลฝั่งภูเก็ต

การทดสอบการกัดกร่อนในน้ำทะเลเกาะภูเก็ต แสดงดังรูปที่ 4.1 พบว่าที่ผิวของแผ่นเหล็กมีลักษณะของออกไซด์สีแดงแกะในปริมาณที่มากน้อยขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการจุ่มแช่ (แสดงด้วยลูกศร A) โดยเฉพาะ 3 วันแรก ออกไซด์สีแดงเกาะในปริมาณที่มากบนผิวภายนอกและบริเวณขอบรอยต่อ ในช่วงวันที่ 6 ถึงวันที่ 15 ออกไซด์มีประมาณลดลง เพิ่มขึ้นอีกครั้งในวันที่ 18 และวันที่ 30 บริเวณพื้นผิวเหล็กที่ไม่เกิดออกไซด์จะเริ่มมีขาวขุ่นเข้มขึ้นเรื่อยๆ และมีเม็ดเกลือสีขาวเกาะอยู่ทั่วพื้นผิวของเหล็กตามระยะเวลาจุ่มแช่ที่เพิ่มมากขึ้น ที่บริเวณขอบของรอยต่อระหว่างอะลูมิเนียมมีก้อนเกลือเกาะแทรกอยู่ตามออกไซด์เป็นปริมาณมาก (แสดงด้วยลูกศร B) ส่วนบริเวณภายในผิวสัมผัสของรอยต่อเกยพบคราบแผ่นฟิล์มสีขาวขุ่นปนด้วยคราบออกไซด์สีแดง (แสดงด้วยลูกศร C) กระจ่ายอย่างไม่สม่ำเสมอทั่วบริเวณผิวสัมผัสพบอย่างไม่ต่อเนื่องบนชิ้นงานทดสอบขึ้นอยู่กับลักษณะการกัดกร่อนภายในผิวรอยต่อของวัสดุทั้งสองชนิด (ลูกศร D) แสดงถึงลักษณะที่เป็นหลุมตื้นๆ สีดำ ส่วนมากจะเกิดบริเวณขอบภายในผิวรอยต่อ เกิดเนื่องจากสูญเสียเนื้อของผิวหน้าแผ่นเหล็กไปเพราะเกิดการกัดกร่อนภายในผิวสัมผัสระหว่างอะลูมิเนียมจึงส่งผลทำให้เกิดในบริเวณที่มากขยายเข้ามาตรงกลางภายในผิวสัมผัส สังเกตได้จากชิ้นงานวันที่ 9 ซึ่งยังพบว่ามีปริมาณน้อย และเพิ่มมากขึ้นในช่วงท้ายๆ ของระยะเวลาทดสอบ จึงทำให้พื้นผิวภายในรอยต่อของเหล็กเกิดความเรียบไม่สม่ำเสมอ ขึ้นอยู่กับกลไกการกัดกร่อนภายในรอยต่อตามระยะเวลาในการจุ่มแช่ชิ้นงาน

รูปที่ 4.2 แสดงผิวแผ่นอะลูมิเนียม จากการทดสอบการกัดกร่อนในน้ำทะเลฝั่งภูเก็ต พบว่าที่ผิวอะลูมิเนียมทั้งภายนอกและภายในรอยต่อเกยมีลักษณะที่แตกต่างกันมาก ซึ่งผิวภายนอกนั้นมีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มสีเทาเคลือบทั่วทั้งหมดและปกคลุมอีกชั้นด้วยคราบเกลือสีขาวบางๆ กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ ในวันที่ 12 และวันที่ 30 มีก้อนเกลือสีขาวขนาดเล็กเกาะอยู่ที่บริเวณต่างๆ (แสดงด้วยลูกศร B) ที่บริเวณขอบรอยต่อเกยระหว่างเหล็กมีก้อนออกไซด์เกาะอยู่ตลอดแนวในปริมาณที่น้อย (แสดงด้วยลูกศร A) ส่วนบริเวณภายในรอยต่อเกยเกิดแผ่นฟิล์มสีขาวปกคลุมไปทั่วพื้นผิวภายในเห็นได้ชัดเจนตั้งแต่ช่วงแรกถึงวันสุดท้ายของการทดสอบ ที่แผ่นฟิล์มขาวมีคราบออกไซด์สีเหลืองแทรกตัวอยู่อย่างสม่ำเสมอ (แสดงด้วยลูกศร C) ซึ่งในช่วงแรกจะพบในปริมาณน้อย และเริ่มเพิ่มมากขึ้นในช่วง 15 วันหลัง ที่บริเวณของขอบพื้นที่สีขาวขุ่นจะมีลักษณะเป็นหลุมสีเทาส่วนมากพบที่บริเวณขอบภายในรอยต่อ (แสดงด้วยลูกศร E) เกิดจากการสูญเสียเนื้ออะลูมิเนียมไป เนื่องจากเกิดการกัดกร่อนภายในรอยต่อเกยระหว่างเหล็ก จึงทำให้ผิวหน้าแผ่นอะลูมิเนียมบริเวณผิวสัมผัสมีผิวที่ขรุขระเป็นหลุมอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเทียบกับพื้นผิวบริเวณนอกรอยต่อเกย ซึ่งมีผิวเรียบสม่ำเสมอตลอดพื้นผิว

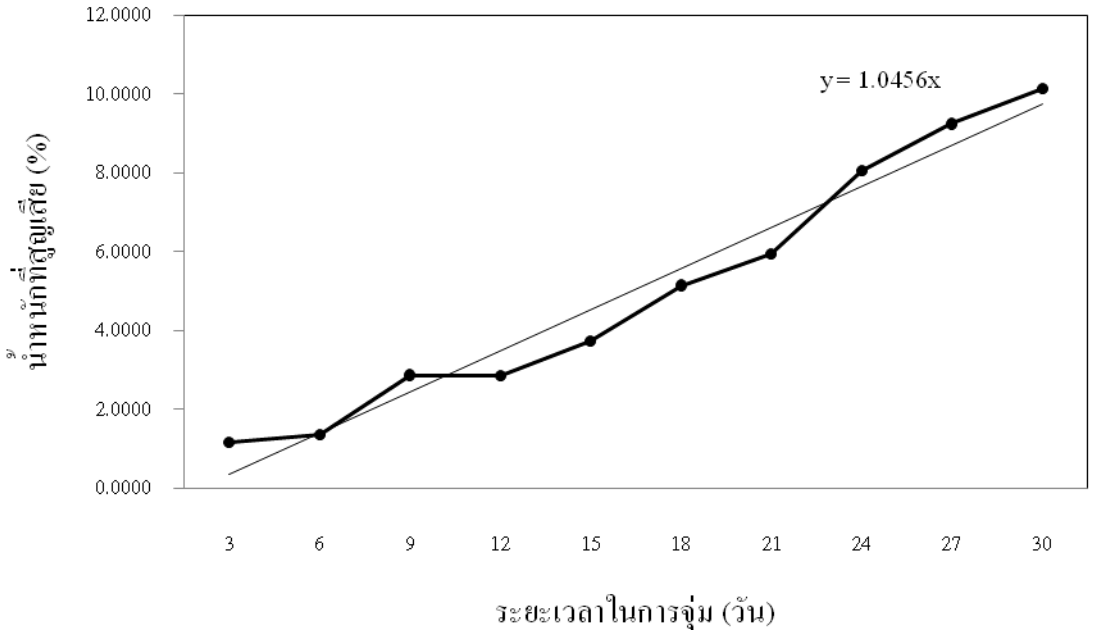
4.1.2 แนวโน้มเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียของเหล็กและอะลูมิเนียม



รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการทดสอบและน้ำหนักที่สูญเสียจากการทดสอบในน้ำทะเลฝั่งภูเก็ตของแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน AISI 1015

น้ำหนักที่สูญเสียของเหล็กและอะลูมิเนียมจากการทดสอบอัตราการกัดกร่อนในน้ำทะเลฝั่งภูเก็ต นำชิ้นงานทดสอบที่ผ่านการจุ่มแช่ในน้ำทดสอบตามระยะเวลาต่างๆ มาทำการกำจัดออกไซด์ออก โดยแยกเหล็กและอะลูมิเนียมออกจากกัน เนื่องจากมีวิธีการกำจัดออกไซด์ที่ไม่เหมือนกันตามมาตรฐาน ASTM G1-90 [21] กล่าวคือ สำหรับวัสดุที่เป็นเหล็กกำจัดออกไซด์โดยการนำไปแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์กับเกล็ดสังกะสีที่อุณหภูมิ 80 – 90°C ที่ระยะเวลา 30 นาที ส่วนอะลูมิเนียมทำการกำจัดออกไซด์โดยใช้สารละลายกรดไนตริกที่อุณหภูมิห้อง หลังจากทำการกำจัดออกไซด์ของวัสดุทั้งสอง

ชนิดเรียบร้อยแล้ว จะนำชิ้นงานทดสอบมาชั่งน้ำหนักหลังการทดสอบเพื่อเก็บข้อมูลของน้ำหนักที่สูญเสียไปของวัสดุทั้งสองชนิด ซึ่งอธิบายไว้ดังรูปที่ 4.3 และ 4.4

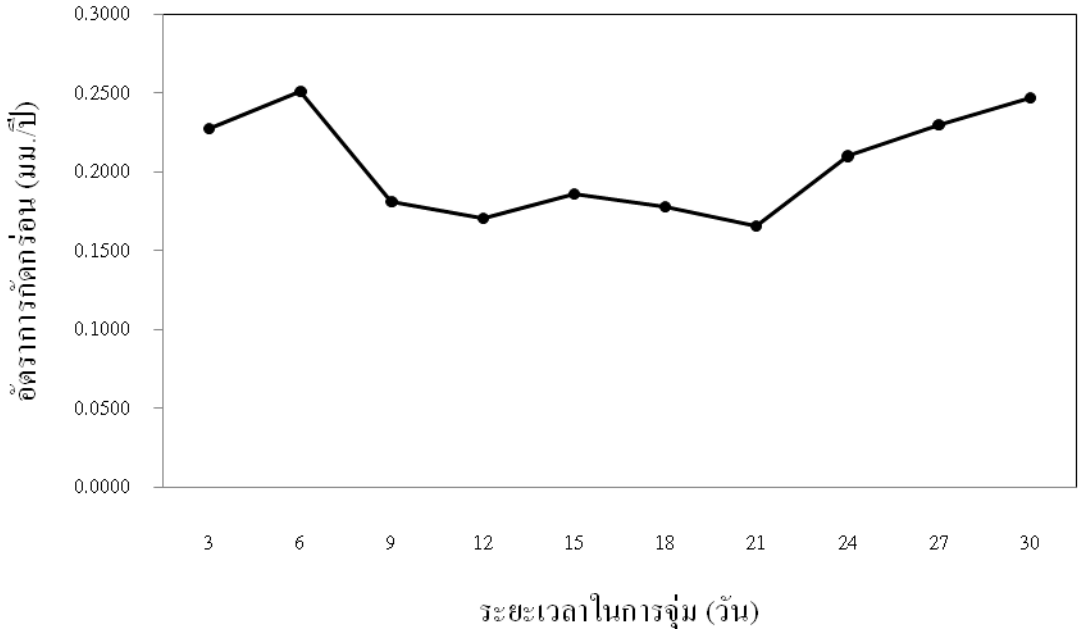


รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการทดสอบและน้ำหนักที่สูญเสียจากการทดสอบในน้ำทะเลฝั่งภูเก็ตของแผ่นอะลูมิเนียม AA 1100

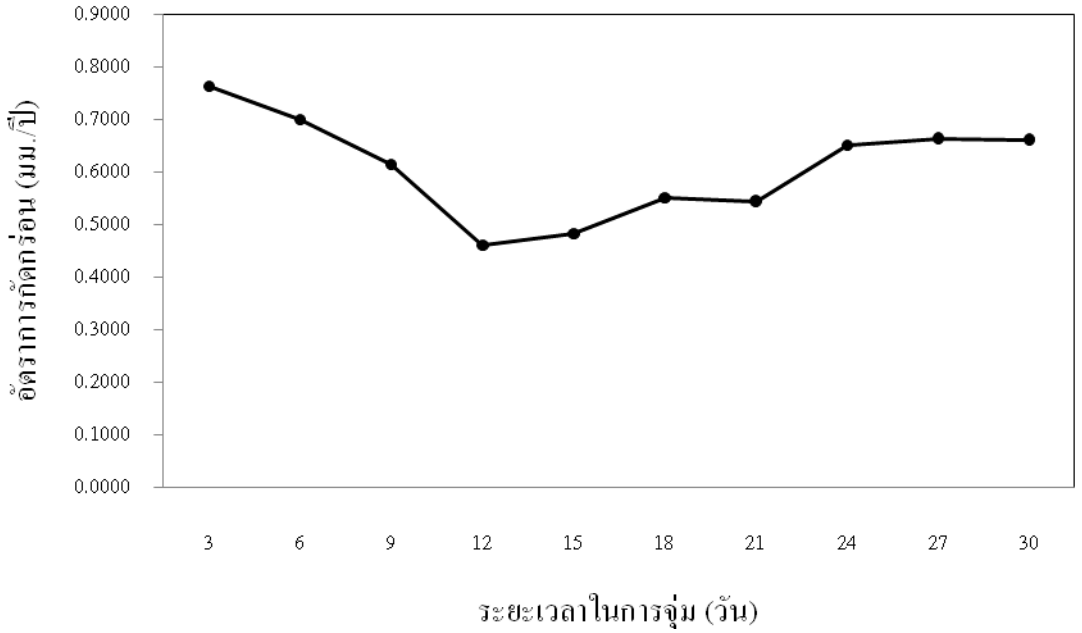
การสูญเสียน้ำหนักของแผ่นเหล็ก ดังรูปที่ 4.3 พบว่ามีลักษณะแนวโน้มที่เพิ่มอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีลักษณะคล้ายขั้นบันได ในช่วงวันที่ 3 ถึงวันที่ 9 มีการเพิ่มขึ้นอย่างคงที่ และเริ่มชะลอตัวในวันที่ 12 ถึงวันที่ 21 จากนั้นเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้งอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีความชันมากกว่าเส้นแนวโน้มเปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักที่สูญเสียที่มีค่าเท่ากับ 0.4283 มีความแตกต่างจากเส้นแนวโน้มเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สูญเสียของอะลูมิเนียมดังรูปที่ 4.4 มีค่ามากกว่าค่าแนวโน้มเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สูญเสียของเหล็กมีค่าเท่ากับ 1.0456 พบว่าค่าน้ำหนักที่สูญเสียมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและคงที่ในวันที่ 9 ถึงวันที่ 12 หลังจากนั้นมีการเพิ่มขึ้นอย่างคงที่สม่ำเสมอในลักษณะที่ขนานไปกับเส้นแนวโน้มเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียนั้น แสดงว่าการสูญเสียน้ำหนักของอะลูมิเนียมมีมากกว่าการสูญเสียน้ำหนักของเหล็ก

4.1.3 อัตราการกัดกร่อนของเหล็กและอะลูมิเนียม

จากข้อมูลการสูญเสียน้ำหนักของเหล็กและอะลูมิเนียม สามารถนำมาหาค่าอัตราการกัดกร่อนตามมาตรฐาน ASTM G1-90 [21] ซึ่งมีความสอดคล้องกับค่าน้ำหนักที่สูญเสียไปของวัสดุทั้งสองชนิดและระยะเวลาของการทดสอบ อธิบายไว้ดังรูปที่ 4.5 และ 4.6



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการทดสอบและอัตราการกัดกร่อนในน้ำทะเลฝั่งภูเก็ตของแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน AISI 1015



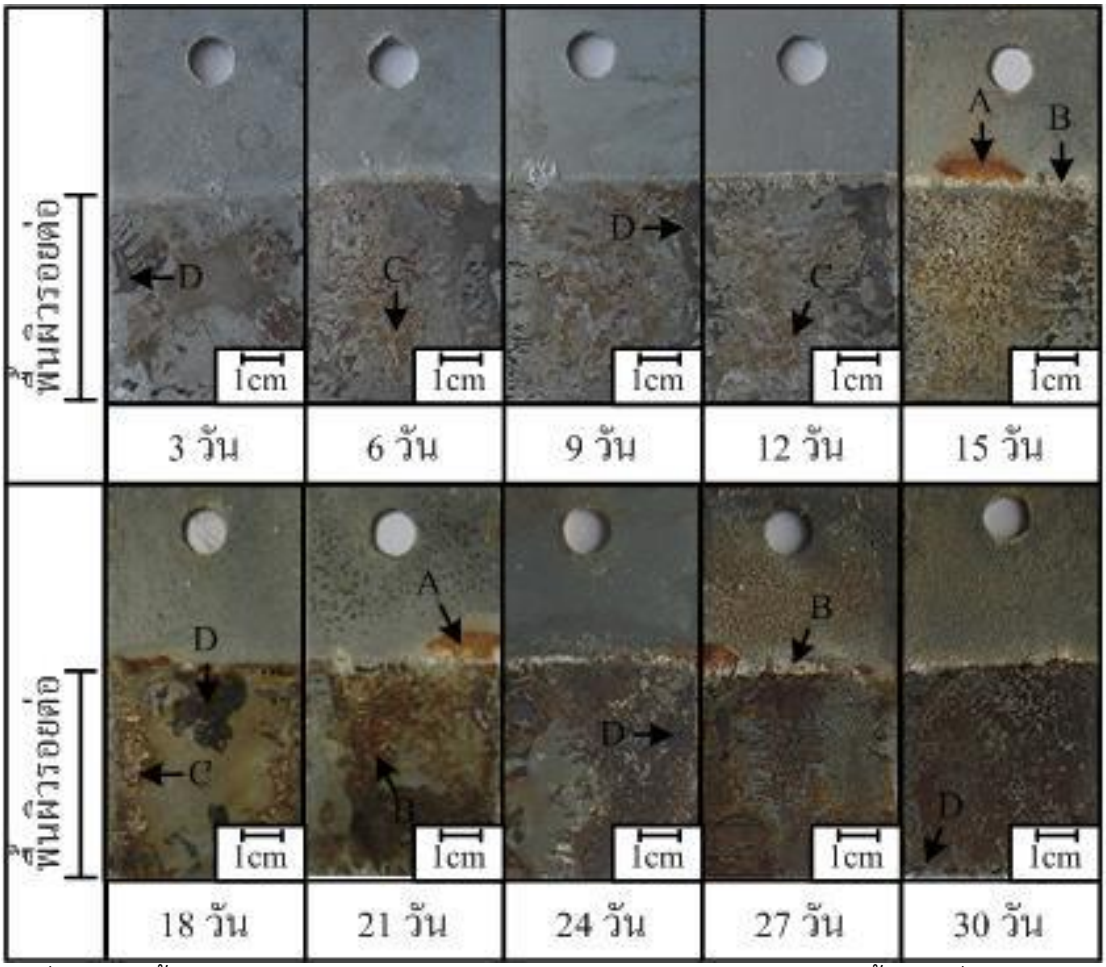
รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการทดสอบและอัตราการกัดกร่อนในน้ำทะเลฝั่งภูเก็ตของแผ่นอะลูมิเนียม AA 1100

รูปที่ 4.5 แสดงอัตราการกัดกร่อนของแผ่นเหล็ก จากการทดสอบในน้ำทะเลฝั่งภูเก็ตที่ระยะเวลาต่างๆ พบว่า เหล็กมีอัตราการกัดกร่อนมากในช่วงวันที่ 3 ถึงวันที่ 9 และลดลงในช่วงวันที่ 12 ถึงวันที่ 21 เกิดเนื่องจากการสูญเสียน้ำหนักที่ค่อนข้างคงที่หรือสูญเสียเพิ่มขึ้นเล็กน้อย จากนั้นเริ่มสูงขึ้นอีกครั้งในวันที่ 24 ถึงวันที่ 30 อย่างต่อเนื่อง สาเหตุที่ทำให้เหล็กเกิดการกัดกร่อนมากในช่วงแรกเกิดเนื่องจากเหล็กเกิดปฏิกิริยากับสภาวะน้ำทะเลที่ใช้ในการทดสอบจึงทำให้เกิดการกัดกร่อนที่รวดเร็ว จึงทำให้เกิดออกไซด์และเกิดพฤติกรรมการกัดกร่อนได้มากในช่วงแรกเกิดจากการสูญเสียน้ำหนักในปริมาณมากขึ้น

ซึ่งมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นด้วยและพบการสูญเสียเนื้อเหล็กมาก บริเวณที่เกิดออกไซด์และบริเวณที่เกิดก้อนเกลือปกคลุมอย่างหนาแน่นโดยเฉพาะบริเวณขอบของบริเวณรอยต่อเกยระหว่างเหล็กกับอะลูมิเนียม ส่วนวันที่ 30 เหล็กมีอัตราการกัดกร่อนเท่ากับ 0.2472 มม./ปี ซึ่งมีอัตราการกัดกร่อนที่แตกต่างไปจากอะลูมิเนียมไปในปริมาณมาก แสดงดังรูปที่ 4.6 พบว่า อัตราการกัดกร่อนของอะลูมิเนียมใน 3 วันแรกเกิดขึ้นมากและลดลงอยู่ต่อเนื่องถึงวันที่ 12 จากนั้นเพิ่มขึ้นและลดลงสลับกันอย่างไม่สม่ำเสมอขึ้นอยู่กับระยะเวลาต่างๆ ซึ่งอะลูมิเนียมนี้มีอัตราการกัดกร่อนในวันที่ 30 เท่ากับ 0.6622 มม./ปี มีค่ามากกว่าอัตราการกัดกร่อนของเหล็ก เกิดเนื่องจากอะลูมิเนียมเกิดการสูญเสียน้ำหนักไปจากการกัดกร่อนทั้งภายในและภายนอกรอยต่อเกย และเกิดจากการสูญเสียอิออนที่เกิดภายในรอยต่อกับเหล็ก จึงเป็นเหตุทำให้อะลูมิเนียมเกิดการกัดกร่อนมากกว่าเหล็กสังเกตได้จากเนื้ออะลูมิเนียมที่สูญหายไปหลังจากการกำจัดออกไซด์อะลูมิเนียม และพบว่าบริเวณภายในขอบและบริเวณภายในรอยต่อเกยเกิดการกัดกร่อนในปริมาณที่มากกว่าบริเวณอื่น

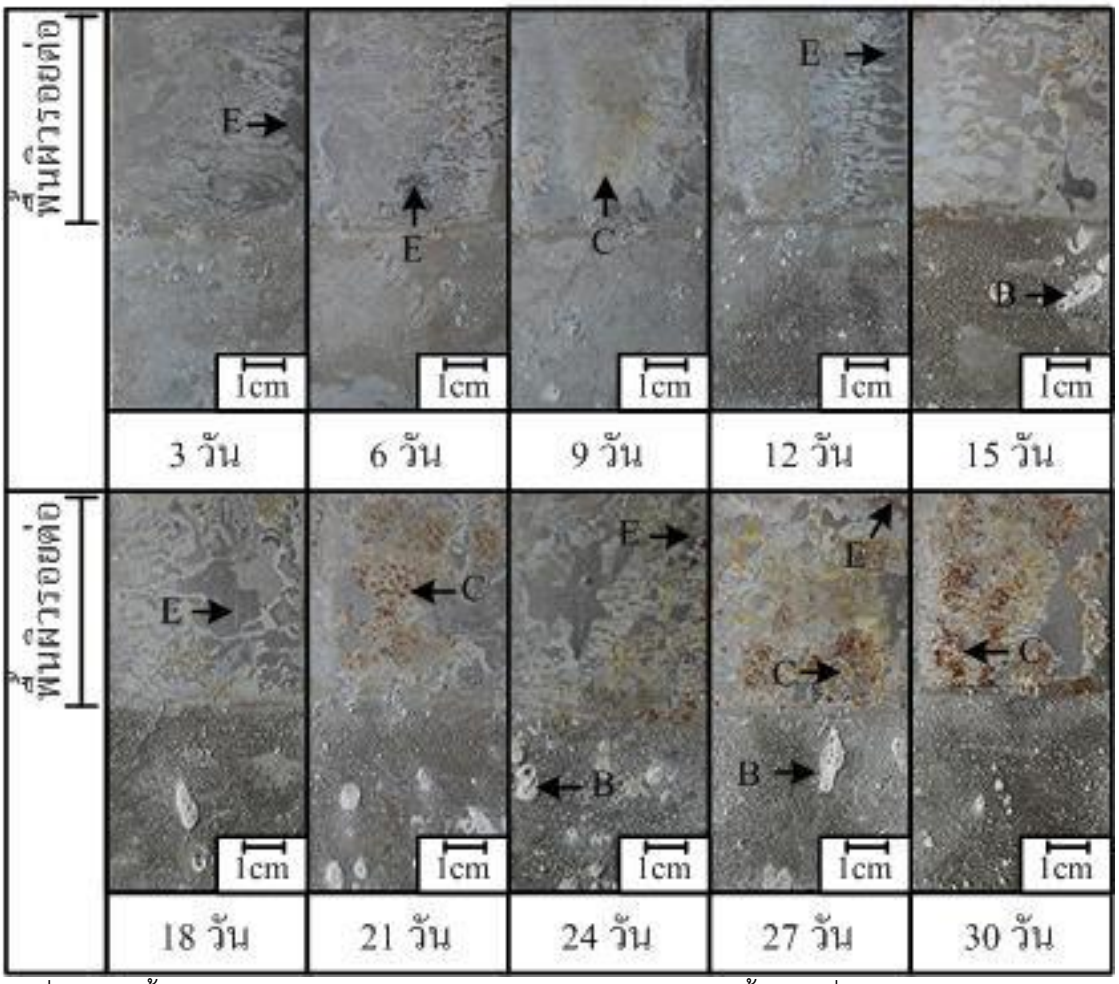
4.2 อิทธิพลของน้ำทะเลฝั่งอุตสาหกรรมมาบตาพุดต่ออัตราการกัดกร่อนระหว่างอะลูมิเนียม AA 1100 และเหล็กกล้าคาร์บอน AISI 1015

4.2.1 วิเคราะห์ลักษณะพื้นผิวบนชิ้นงานทดสอบ



รูปที่ 4.7 ผิวชิ้นงานของแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน AISI 1015 จากการทดสอบในน้ำทะเลฝั่งอุตสาหกรรมมาบตาพุด

การทดสอบการกัดกร่อนในน้ำทะเลมาบตาพุด แสดงด้วยรูปที่ 4.7 พบว่าในช่วงวันที่ 3 ถึงวันที่ 12 ไม่มีออกไซด์แดงเกาะที่ผิวนอกรอยต่อเลยเกิดเหมือนเป็นแผ่นฟิล์มสีขาวอ่อนๆ ปกคลุมทั่วผิวแผ่นเหล็ก เริ่มมีก้อนออกไซด์สีแดง และก้อนเกลือมาเกาะที่บริเวณขอบรอยต่อเกยของอะลูมิเนียมในบริเวณที่ไม่มากนัก (แสดงด้วยลูกศร A และ B) ตามลำดับ ตั้งแต่วันที่ 15 ถึงวันที่ 30 ซึ่งมีความแตกต่างจากผิวภายนอกแผ่นเหล็กที่น้ำทะเลฝั่งภูเก็ตมีปริมาณออกไซด์ในปริมาณที่มากตลอดระยะเวลาจุ่มแช่และผิวชั้นงานเริ่มเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาลอ่อนๆ ปะปนด้วยเม็ดเกลือที่ละเอียดเกาะกระจายทั่วพื้นผิวในวันที่ 27 และวันที่ 30 ส่วนบริเวณภายในผิวสัมผัสจะพบคราบสีขาวขุ่นปะปนคราบสีเหลืองกระจาย ตัวอย่างไม่สม่ำเสมอทั่ว (แสดงด้วยลูกศร C) มีปริมาณที่มากในช่วงวันที่ 6 ถึงวันที่ 12 และพบหลุมตื้นๆ สีดำ เกิดที่บริเวณขอบภายในผิวสัมผัสตั้งแต่ช่วงแรกถึงวันสุดท้ายของการทดสอบในปริมาณที่น้อยและเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ (แสดงด้วยลูกศร D) ซึ่งเกิดจากการสูญเสียเนื้อขอผิวหน้าเหล็กบริเวณภายในผิวรอยต่อ เนื่องจากเกิดการกัดกร่อนภายในผิวสัมผัสระหว่างเหล็กและอะลูมิเนียม ทำให้เกิดผิวขรุขระบริเวณขอบนอกขยายเข้ามาด้านในอย่างเห็นได้ชัดตามระยะเวลาการจุ่มแช่

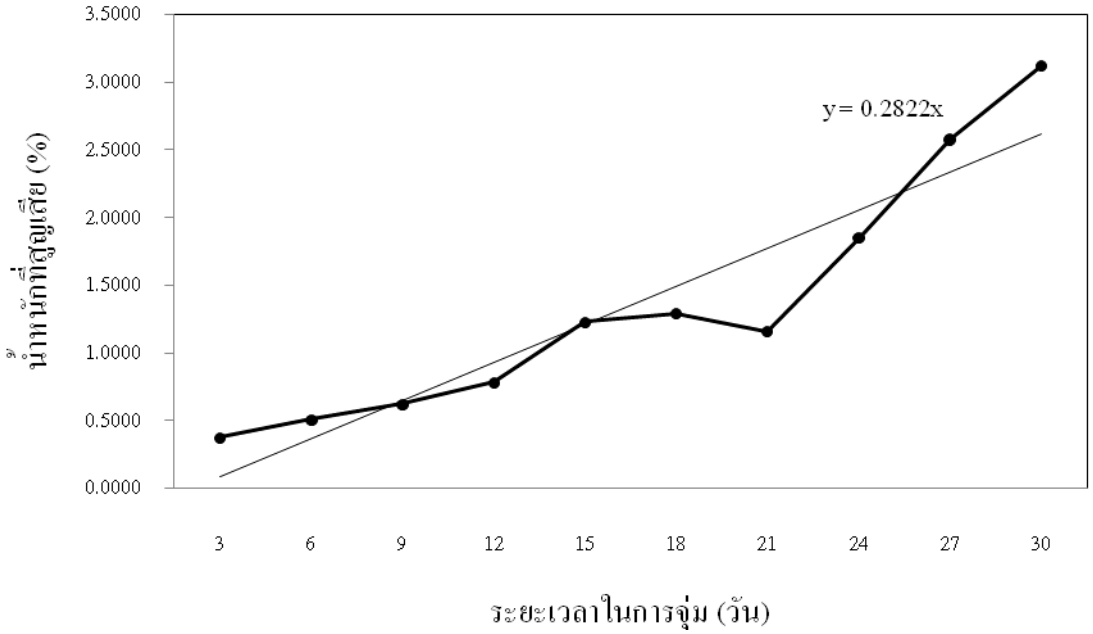


รูปที่ 4.8 ผิวชิ้นงานของแผ่นอะลูมิเนียมAA1100จากการทดสอบในน้ำทะเลฝั่งอุตสาหกรรมมาบตาพุด

รูปที่ 4.8 แสดงพื้นผิวอะลูมิเนียม จากการทดสอบการกัดกร่อนในน้ำทะเลมาบตาพุด พบว่าพื้นผิวบริเวณภายนอกรอยต่อมีแผ่นฟิล์มสีขาวขุ่นและสีเทาปกคลุมอยู่ทั่วพื้นผิวทุกๆ ชิ้นงานทดสอบ มีสีที่เข้มขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะเวลาทดสอบ และเริ่มมีเม็ดเกลือที่ละเอียดมาเกาะทับอีกชั้น ตั้งแต่วันที่ 9 มีปริมาณ

ที่เพิ่มมากขึ้นในช่วงวันที่ 15 ถึงวันที่ 30 (แสดงด้วยลูกศร B) ส่วนบริเวณภายในรอยต่อเกยมีลักษณะเป็นคราบกระจายอย่างไม่สม่ำเสมอทั่วแผ่นฟิล์มสีขาวขุ่นปะปนด้วยคราบออกไซด์สีแดงที่หลุดออกมาจากแผ่นเหล็ก (แสดงด้วยลูกศร C) ในช่วงครึ่งแรกของระยะเวลาทดสอบจะเกิดขึ้นน้อย และเริ่มมีปริมาณที่มากขึ้นในวันที่ 21 ถึงวันที่ 30 ที่บริเวณขอบขอบแผ่นเหล็กบริเวณภายในผิวสัมผัสจะมีหลุมสีเทาเป็นบ่อตื้นๆ (แสดงด้วยลูกศร E) เกิดกระจายอยู่ไม่สม่ำเสมออยู่ทั่วพื้นผิว เกิดจากการสูญเสียเนื้อของอะลูมิเนียมที่เกิดจากการกัดกร่อนภายในพื้นที่ต่อเกย ซึ่งมีปริมาณที่เพิ่มมาก ขึ้นอยู่กับระยะเวลาจุ่มแช่ มีลักษณะที่แตกต่างจากพื้นผิวบริเวณภายนอกผิวรอยต่อ ซึ่งมีลักษณะที่เป็นพอกพูนขึ้นของแผ่นฟิล์มที่เคลือบอยู่ ซึ่งบริเวณภายในรอยต่อเกยมีลักษณะที่เกิดการลดลงหรือสูญเสียเนื้อของอะลูมิเนียมไปอย่างเห็นได้ชัด

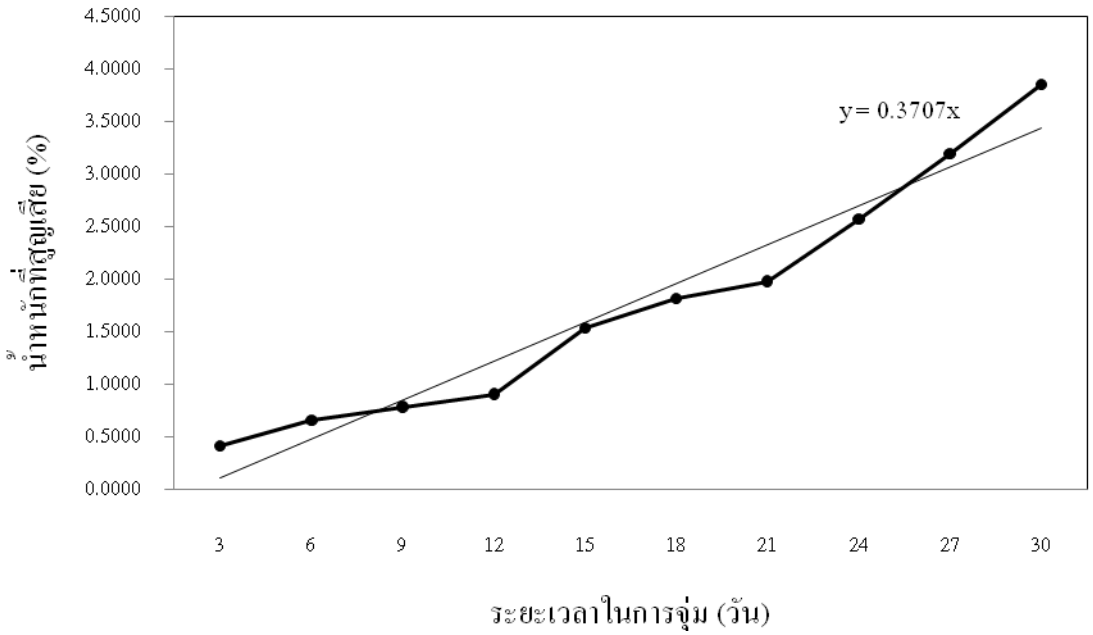
4.2.2 แนวโน้มเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียของเหล็กและอะลูมิเนียม



รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการทดสอบและน้ำหนักที่สูญเสียจากการทดสอบในน้ำทะเลฝั่งอุตสาหกรรมมาบตาพุดของแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน AISI 1015

รูปที่ 4.9 แสดงดังค่าการสูญเสียน้ำหนักของเหล็กจากการทดสอบอัตราการกัดกร่อนในน้ำทะเลชายฝั่งอุตสาหกรรมมาบตาพุด พบว่าเส้นแนวโน้มน้ำหนักที่สูญเสียของเหล็กมีค่าเท่ากับ 0.2888 ซึ่งเป็นค่าที่น้อยเมื่อเทียบกับเส้นแนวโน้มน้ำหนักที่สูญเสียของเหล็กจากการทดสอบในน้ำทะเลฝั่งภูเก็ตและน้ำทะเลฝั่งอุตสาหกรรมแหลมฉบัง ดังที่อธิบายมาแล้วข้างต้น ค่าน้ำหนักที่สูญเสียในวันที่ 3 ถึงวันที่ 18 มีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและมีค่าที่เพิ่มขึ้นไม่มากนัก นั่นแสดงว่าเกิดการสูญเสียน้ำหนักไปของแผ่นเหล็กแต่ละช่วงเวลามีค่าที่เพิ่มขึ้นต่างกันไม่มากเมื่อเทียบกับค่าที่สูญเสียของน้ำหนักวันที่ 24ถึงวันที่ 30 ซึ่งเกิดการสูญเสียน้ำหนักไปในปริมาณที่มาก เมื่อเทียบกับความชันของเส้นแนวโน้ม พบว่ามีความชันมากกว่าอย่างเห็นได้ชัด และเกิดการลดลงของน้ำหนักที่สูญเสียในวันที่ 21 เกิดเนื่องจากชิ้นงานทดสอบ

บางชิ้นเกิดการกัดกร่อนในปริมาณที่น้อยจึงทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียของเหล็กมีการลดลง เท่ากับ 0.2822 ส่วนรูปที่ 4.10 แสดงถึงการสูญเสียน้ำหนักของอะลูมิเนียม ซึ่งมีลักษณะที่ไม่แตกต่างไปจากการทดสอบในน้ำทะเลฝั่งภูเก็ต แต่มีค่าแนวโน้มน้ำหนักที่สูญเสียไปเท่ากับ 0.3707 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าแหล่งน้ำทะเลทั้งสองแหล่ง ดังที่กล่าวมาแล้ว ค่าน้ำหนักที่สูญเสียมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วง 12 วันแรกและคงที่ในช่วงวันที่ 15 ถึงวันที่ 21 และวันที่ 27 จากนั้นมีการเพิ่มขึ้นสูงอย่างเห็นได้ชัดในวันที่ 24 และวันที่ 30 แสดงให้เห็นว่าการสูญเสียของอะลูมิเนียมแต่ละช่วงเวลามีค่าไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับการกัดกร่อนทั้งภายในและภายนอกของรอยต่อเกยระหว่างเหล็กและอะลูมิเนียม

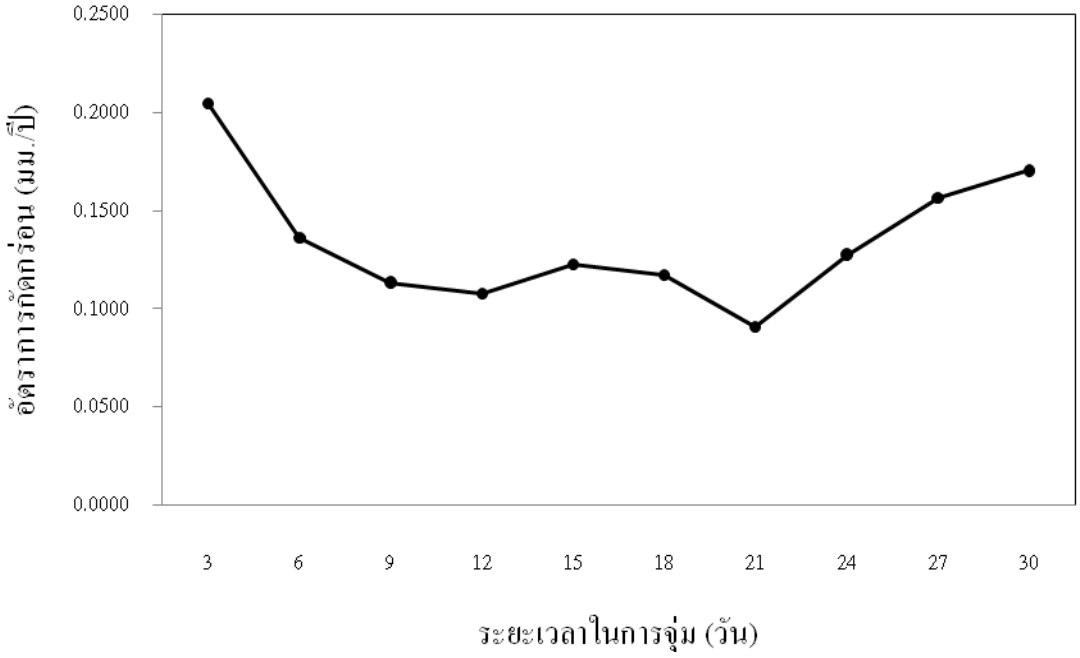


รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการทดสอบและน้ำหนักที่สูญเสียจากการทดสอบในน้ำทะเลฝั่งอุตสาหกรรมมาบตาพุดของแผ่นอะลูมิเนียม AA 1100

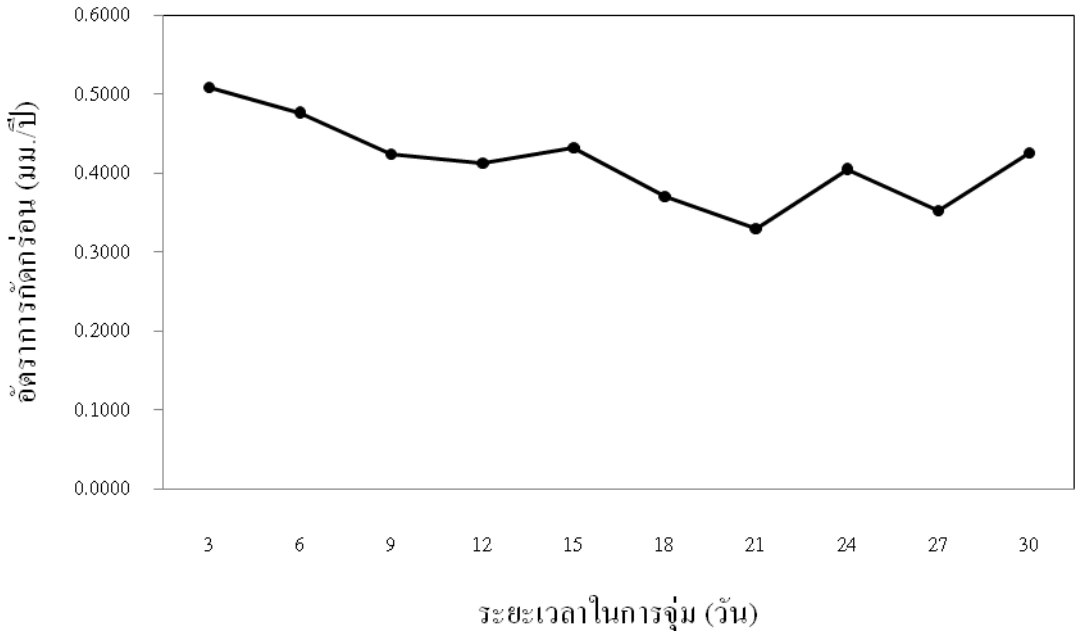
4.2.3 อัตราการกัดกร่อนของเหล็กและอะลูมิเนียม

รูปที่ 4.11 แสดงอัตราการกัดกร่อนของเหล็กจากการทดสอบในน้ำทะเลฝั่งอุตสาหกรรมมาบตาพุด พบว่าอัตราการกัดกร่อนมีลักษณะที่มากในช่วงวันที่ 3 เกิดเนื่องจากเหล็กเกิดการสูญเสียน้ำหนักในปริมาณที่มากในช่วงระยะเวลาสั้นๆ และลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงวันที่ 12 จากนั้นเพิ่มขึ้นและลดลงสลับกันอย่างไม่สม่ำเสมอจนถึงวันที่ 21แสดงว่าการเกิดออกไซด์ที่ผิวเหล็กเกิดขึ้นไม่มากนัก จึงทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงระยะเวลาที่เพิ่มมากขึ้นจึงทำให้อัตราการกัดกร่อนในช่วงนี้เกิดการชะลอตัวและเริ่มคงที่ ค่าอัตราการกัดกร่อนมีค่าน้อยสุด จากนั้นมีการเพิ่มขึ้นต่อเนื่องอีกครั้งจนถึงวันสุดท้ายของการทดสอบในช่วงระยะเวลานี้เกิดการกัดกร่อนค่อนข้างมาก เนื่องจากน้ำทะเลมีปริมาณที่ลดลงจากการระเหยออกของน้ำทะเลที่ผ่านท่อระบายอากาศ จึงทำให้ความเข้มข้นของน้ำทะเลภายในตู้ทดสอบมีความเข้มข้นมากยิ่งขึ้นเป็นเหตุทำให้เกิดออกไซด์ในปริมาณที่มากและมีการสูญเสียน้ำหนักไปในปริมาณมากเช่นเดียวกัน ดังนั้นมีค่าอัตราการกัดกร่อนในวันที่ 30 จึงมีค่าเพิ่มมากขึ้นเท่ากับ 0.1707 มม./ปี ส่วนอัตราการกัดกร่อนของอะลูมิเนียมจากการทดสอบในน้ำทะเลฝั่งมาบตาพุด พบว่าเส้นกราฟมีแนวโน้มที่ลดลง แสดงดังรูปที่ 4.12 คล้ายกับอัตราการกัดกร่อนของเหล็กดังรูปที่ 4.11 ค่าอัตราการกัดกร่อนมีแนวโน้มที่ลดลง มีค่าสูงในช่วงวันที่ 3 และลดลงสลับเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในวันที่ 12จากนั้นลดลง

อย่างต่อเนื่องจนมีค่าต่ำสุดในวันที่ 21 เป็นเช่นนี้สลับกันไปจนถึงวันสุดท้ายของระยะเวลาทดสอบ ซึ่งมีค่าอัตราการกัดกร่อนในวันที่ 30 มีค่าเท่ากับ 0.4270 มม./ปี แสดงให้เห็นว่าอะลูมิเนียมมีอัตราการกัดกร่อนมากกว่าเหล็กที่ระยะเวลาที่เท่ากัน และเกิดการกัดกร่อนสูงสุดในวันที่ 3 ที่เหมือนๆ กัน



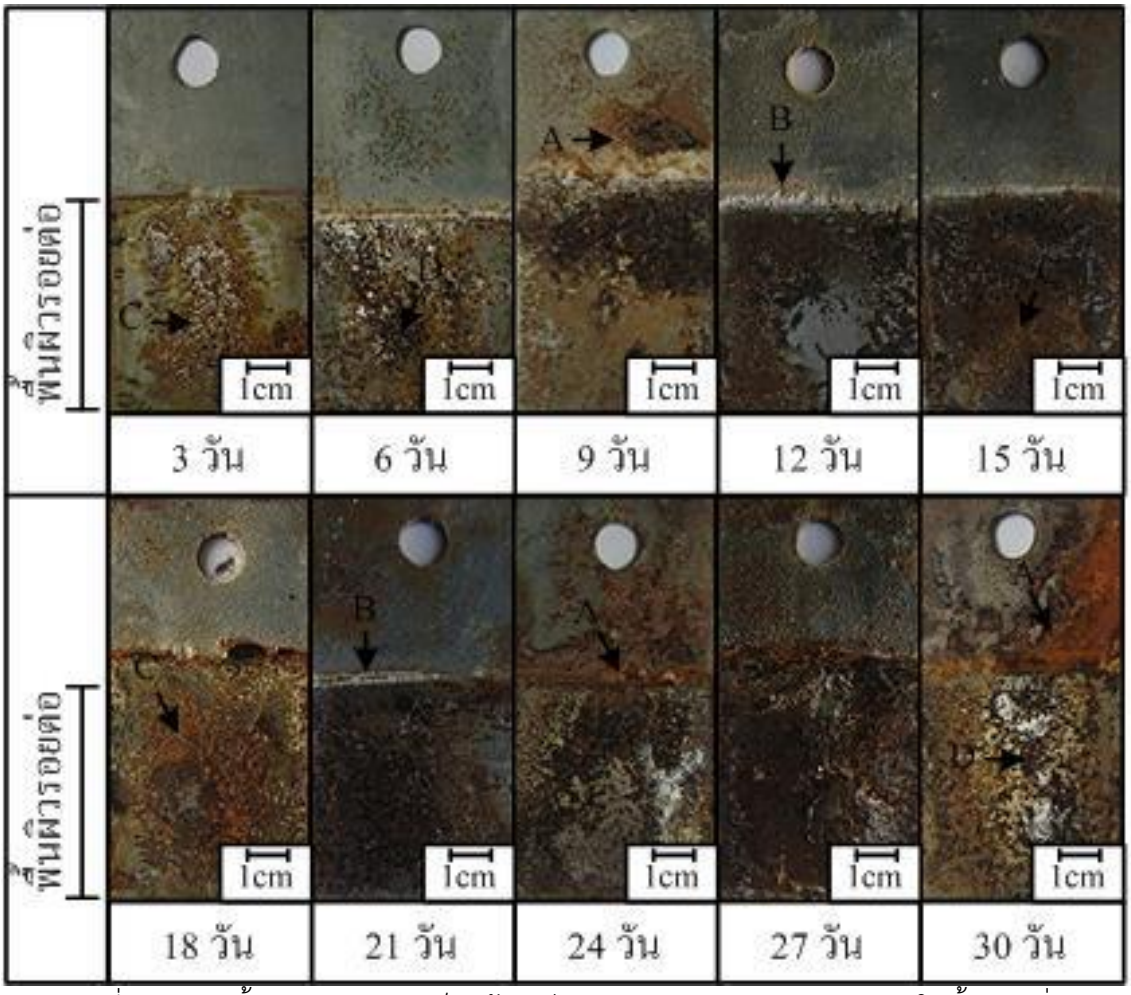
รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการทดสอบและอัตราการกัดกร่อนในน้ำทะเลฝั่งอุตสาหกรรมมาบตาพุดของแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน AISI 1015



รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการทดสอบและอัตราการกัดกร่อนในน้ำทะเลฝั่งอุตสาหกรรมมาบตาพุดของแผ่นอะลูมิเนียม AA 1100

4.3 อิทธิพลของน้ำทะเลฝั่งอุตสาหกรรมแหลมฉบังต่ออัตราการกัดกร่อนระหว่างอะลูมิเนียม AA 1100 และเหล็กกล้าคาร์บอน AISI 1015

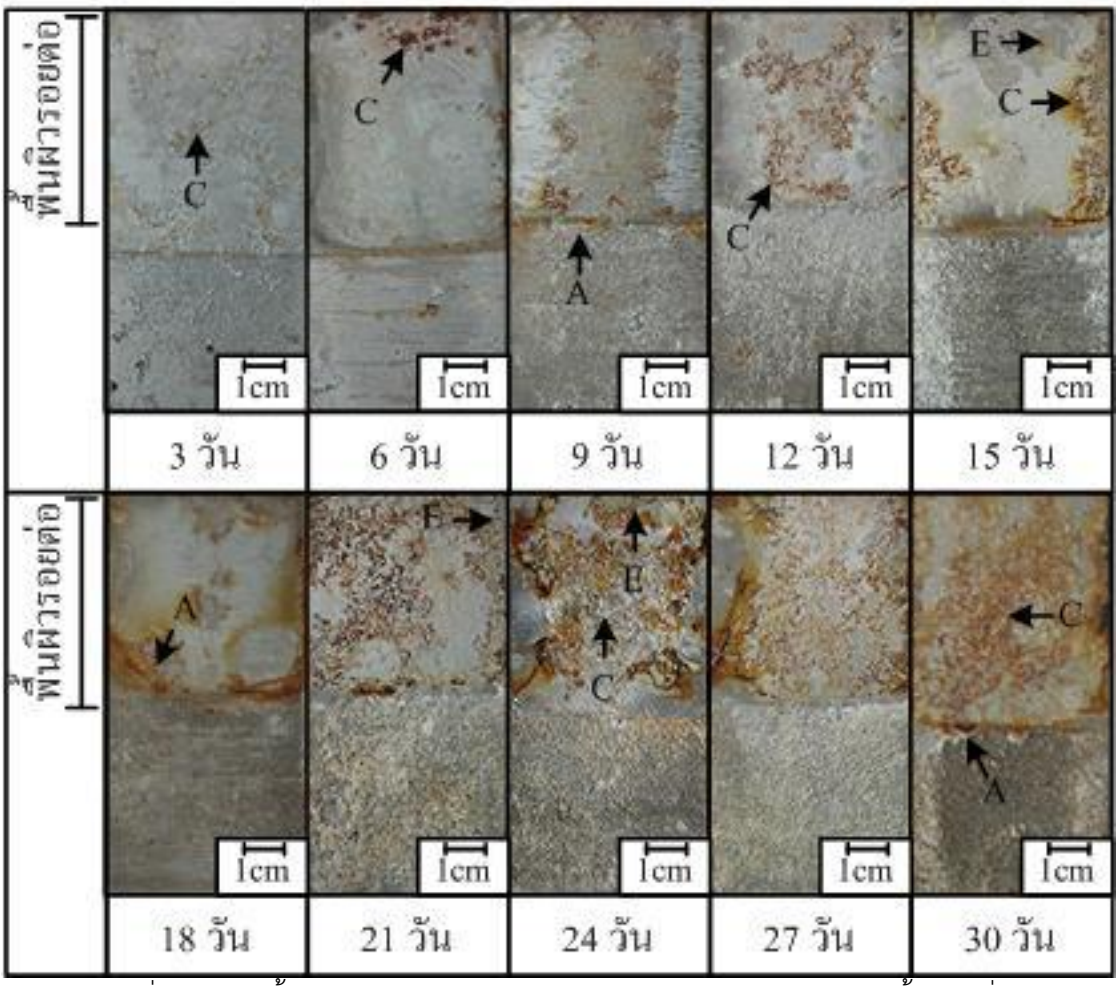
4.3.1 วิเคราะห์ลักษณะพื้นผิวบนชิ้นงานทดสอบ



รูปที่ 4.13 ผิวชิ้นงานของแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน AISI 1015 จากการทดสอบในน้ำทะเลฝั่งอุตสาหกรรมแหลมฉบัง

การทดสอบการกัดกร่อนในน้ำทะเลฝั่งอุตสาหกรรมแหลมฉบังจากรูปที่ 4.13 ซึ่งแสดงถึงพื้นผิวหน้าของแผ่นเหล็กที่ผ่านการจุ่มแช่ที่ระยะเวลาต่างๆ พบว่า การเกิดออกไซด์ที่บริเวณภายในและภายนอกผิวสัมผัสมีลักษณะที่แตกต่างกัน ผิวนอกขอบแผ่นเหล็กมีสีที่เข้มขึ้นจากเดิมมากคล้ายแผ่นฟิล์มบนทุกๆ ชิ้นงานทดสอบแต่มีก้อนออกไซด์บริเวณที่มากในวันที่ 9 24 และวันที่ 30 (แสดงด้วยลูกศร A) ในช่วงวันที่ 6 ถึงวันที่ 21 มีก้อนเกลือสีขาวเกาะอยู่ที่บริเวณขอบรอยต่อเกยระหว่างอะลูมิเนียมยาวตลอดแนวในปริมาณที่ไม่มากนัก (แสดงด้วยลูกศร B) ส่วนบริเวณภายในผิวสัมผัสของแผ่นเหล็กเกิดแผ่นฟิล์มสีขาวปะปนด้วยคราบออกไซด์สีแดงในบริเวณที่มากเกือบทั่วบริเวณพื้นผิวภายในรอยต่อ (แสดงด้วยลูกศร C) สาเหตุที่ทำให้เกิดคราบออกไซด์เกิดขึ้นในปริมาณที่มากนี้ เนื่องจากความชื้นที่เหลือตกค้างภายในรอยต่อเกยระหว่างเหล็กกับอะลูมิเนียมหลังจากปล่อยทิ้งไว้ จึงทำให้เกิดออกไซด์เพิ่มขึ้นมาในปริมาณที่มาก หลังจากเก็บชิ้นงานทดสอบขึ้นจากน้ำทดสอบ อีกทั้งยังพบหลุ่มสีดำตื้นๆ

ลักษณะที่หยาบกระจ่ายอยู่ไม่สม่ำเสมอทั่วทั้งบริเวณภายในรอยต่อมีปริมาณที่น้อยและมากขึ้นอยู่กับระยะเวลาการจุ่มแช่ชิ้นงาน (แสดงด้วยลูกศร D) ส่วนมากจะเกิดที่บริเวณขอบและเริ่มขยายเข้ามาด้านในแสดงให้เห็นถึงที่ผิวหน้าของแผ่นเหล็กสูญเสียไปขณะประกบอยู่กับแผ่นอะลูมิเนียม ซึ่งเกิดจากกลไกที่เกิดการกัดกร่อนขึ้นภายในรอยต่อเกยนั้นเอง

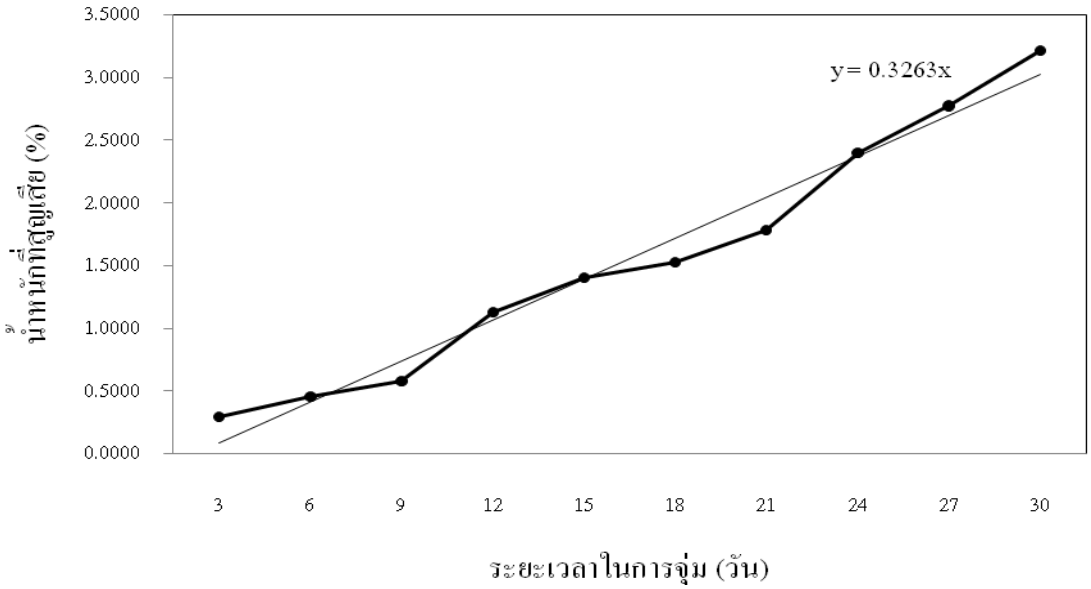


รูปที่ 4.14 ผิวชิ้นงานของแผ่นอะลูมิเนียม AA 1100 จากการทดสอบในน้ำทะเลฝั่งอุตสาหกรรมแหลมฉบัง

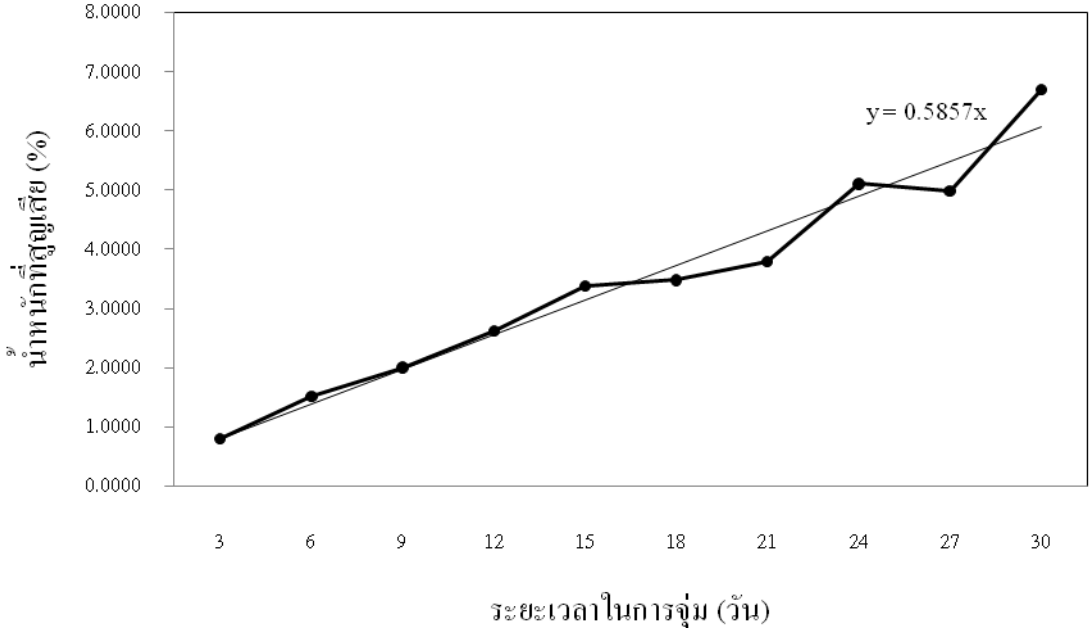
การทดสอบการกัดกร่อนในน้ำทะเลฝั่งอุตสาหกรรมแหลมฉบัง จากรูปที่ 4.14 แสดงพื้นที่ผิวของแผ่นอะลูมิเนียมโดยเฉพาะที่ผิวนอกรอยต่อมีลักษณะเป็นสีเทาเข้มคล้ายแผ่นฟิล์มเคลือบอยู่บางเรียบและมีสีที่เข้มขึ้นทั่วบริเวณพื้นผิวมีเม็ดเกลือขนาดเล็กปกคลุมทับอีกชั้นหนึ่งมีปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นคราบเกลือสีขาวเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเนื่องจากออกไซด์ของเหล็กเข้ามาเกาะอยู่ด้วย ดังชิ้นงานวันที่ 21ถึงวันที่ 30 ที่บริเวณขอบของรอยต่อระหว่างแผ่นอะลูมิเนียมกับแผ่นเหล็กมีก้อนออกไซด์สีแดงเกาะติดตลอดแนวต่อเกย (แสดงด้วยลูกศร A) ส่วนบริเวณภายในรอยต่อของอะลูมิเนียมพบว่าในช่วงวันที่ 3 ถึงวันที่ 6 มีเฉพาะแผ่นฟิล์มสีขาวขุ่นปกคลุมอย่างไม่สม่ำเสมอ และหลังจากนั้นเริ่มมีคราบออกไซด์สีแดงแทรกเข้ามาอยู่ในแผ่นฟิล์มที่เคลือบอยู่ในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จนถึงสุดท้ายของระยะเวลาการทดสอบ (แสดงด้วยลูกศร C) พื้นที่ที่เป็นสีเทามีลักษณะเป็นบ่อตื้นๆ เกิดขึ้นเป็นจุดๆ บนผิวรอยต่อส่วนใหญ่มักจะพบบริเวณขอบของบริเวณที่เกิดคราบออกไซด์สีแดง (แสดงด้วยลูกศร E) และ

เกิดที่บริเวณขอบขยายเข้ามาด้านในบริเวณผิวสัมผัส เนื่องจากเกิดการกัดกร่อนภายในรอยต่อเกยระหว่างเหล็กจึงทำให้เกิดความสูญเสียเนื้ออะลูมิเนียมไปขึ้นอยู่กับระยะเวลาการจุ่มแช่

4.3.2 แนวโน้มเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียของเหล็กและอะลูมิเนียม



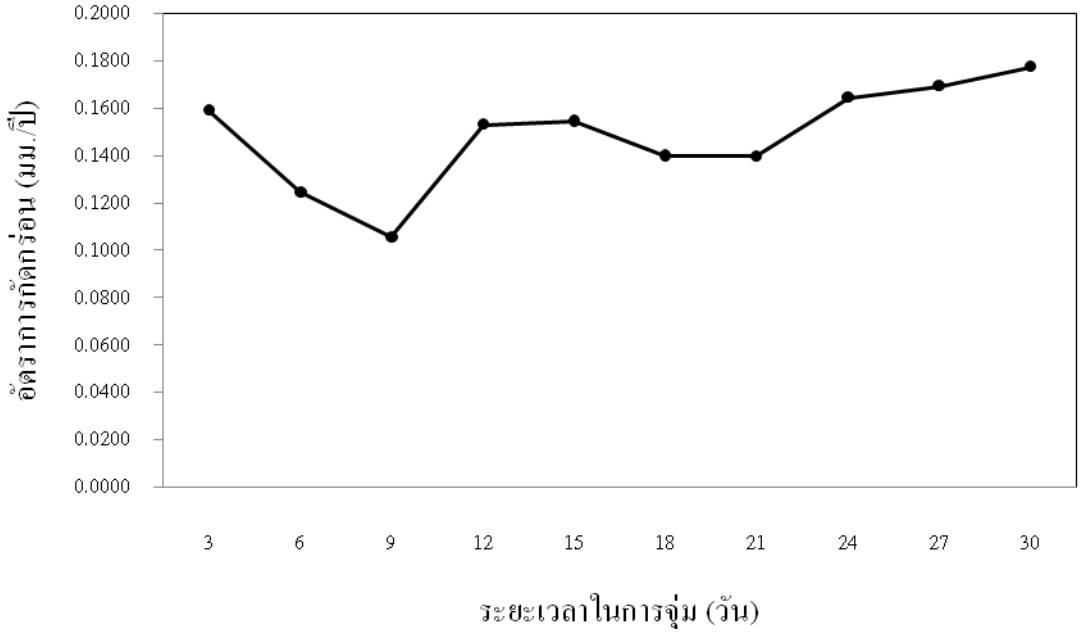
รูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการทดสอบและน้ำหนักที่สูญเสียจากการทดสอบในน้ำทะเลฝั่งอุตสาหกรรมแหลมฉบังของแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน AISI 1015



รูปที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการทดสอบและน้ำหนักที่สูญเสียจากการทดสอบในน้ำทะเลฝั่งอุตสาหกรรมแหลมฉบังของแผ่นอะลูมิเนียม AA 1100

จากเส้นกราฟดังรูปที่ 4.15 พบว่าในช่วง 15 วัน มีการเพิ่มขึ้นของเส้นกราฟนั้นแสดงว่าเหล็กมีการสูญเสียน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 18 จากนั้นมีการเพิ่มขึ้นจนถึงวันที่ 30 อย่างไม่สม่ำเสมอ ลักษณะของเส้นกราฟมีความชันใกล้เคียงกับเส้นแนวโน้มเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียในช่วงวันที่ 3 ถึงวันที่ 15 และวันที่ 24 ถึงวันที่ 30 แสดงว่ามีการสูญเสียน้ำหนักไปในปริมาณที่มากเมื่อเทียบกับค่าของเส้นแนวโน้มเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียมีค่าเท่ากับ 0.3263 ส่วนเส้นแนวโน้มเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของอะลูมิเนียม แสดงดังรูปที่ 4.16 พบว่ามีแนวโน้มที่มากกว่าเส้นแนวโน้มเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียของเหล็ก และมีลักษณะการสูญเสียน้ำหนักที่ลักษณะที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่วันที่ 3 ถึงวันที่ 15 ลดลงเล็กน้อยในวันที่ 18 จากนั้นเพิ่มขึ้นจนถึงวันสุดท้ายของการทดสอบ เมื่อนำการเปรียบเทียบระหว่างเส้นแนวโน้มน้ำหนักที่สูญเสียไปของเหล็กและอะลูมิเนียม ดังรูปที่ 4.9 และ 4.10 ทำให้เห็นได้ชัดเจนว่าอะลูมิเนียมเกิดการสูญเสียน้ำหนักไปในปริมาณที่มากกว่าเหล็กหลังจากกำจัดออกไซด์ออกไปจากชิ้นงานทดสอบไปในแต่ละช่วงเวลา

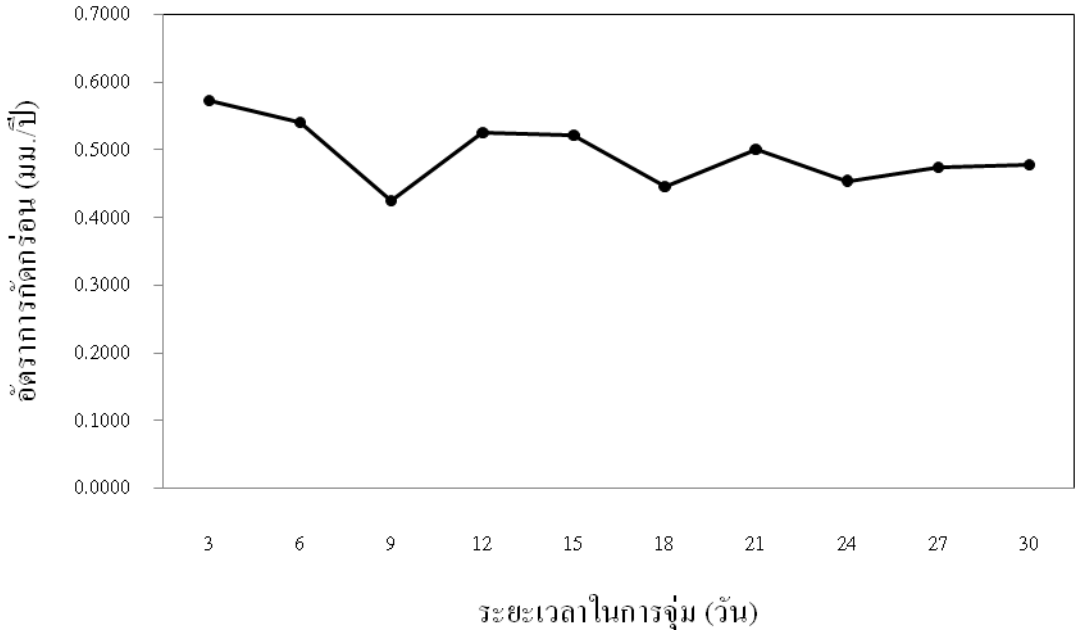
4.3.3 อัตราการกัดกร่อนของเหล็กและอะลูมิเนียม



รูปที่ 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการทดสอบและอัตราการกัดกร่อนในน้ำทะเลฝั่งอุตสาหกรรมแหลมฉบังของแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน AISI 1015

อัตราการกัดกร่อนของเหล็กจากการทดสอบที่ระยะเวลาต่างๆ ดังรูปที่ 4.17 พบว่า เกิดการกัดกร่อนมากในช่วงวันที่ 3 และลดลงอย่างต่อเนื่องมีค่าน้อยสุดในวันที่ 9 เนื่องจากช่วงแรกเกิดการกัดกร่อนมากและลดลงเรื่อยๆ อย่างต่อเนื่อง เกิดจากเหล็กเกิดปฏิกิริยาในน้ำทะเลอย่างรวดเร็วจึงทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักในปริมาณที่มากและลดลงตามระยะทดสอบ ส่วนในช่วงที่สอง จากนั้นเกิดการกัดกร่อนเพิ่มขึ้นและคงที่ในวันที่ 12 และวันที่ 15 เป็นเช่นนี้สลับกันตามช่วงระยะเวลาต่างๆ ในวันที่ 24 ถึง วันที่ 30 เกิดการกัดกร่อนเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่องเกิดการกัดกร่อนคงที่ เนื่องจากเหล็กเกิดการสูญเสียน้ำหนักที่ลดลงและเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจึงทำให้เกิดการกัดกร่อนในลักษณะแนวโน้มขึ้นลงอย่างไม่คงที่ ซึ่งมีค่าอัตราการกัดกร่อนในวันที่ 30 เท่ากับ 0.1775 มม./ปี เมื่อเทียบกับค่าอัตราการกัดกร่อนใน

วันที่ 30 ของอะลูมิเนียม ดังรูปที่ 4.18 มีค่าเท่ากับ 0.4777 มม./ปี ซึ่งมีค่าที่แตกต่างกันมาก เนื่องจากพฤติกรรมการกัดกร่อนของเหล็กและอะลูมิเนียมมีลักษณะที่ไม่เหมือนกัน พบว่าในช่วงวันที่ 3 อะลูมิเนียมเกิดการกัดกร่อนในปริมาณที่มากและลดลงเรื่อยๆ จนถึงวันที่ 9 ซึ่งมีค่าอัตราการกัดกร่อนต่ำสุด จากนั้นเส้นกราฟมีลักษณะสูงขึ้น คงที่ และลดลงสลับกันอยู่ไม่สม่ำเสมอขึ้นอยู่กับค่าน้ำหนักที่สูญเสียไปจากพฤติกรรมการกัดกร่อนของเหล็กและอะลูมิเนียมที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาต่างๆ ในช่วงวันที่ 24 ถึงวันที่ 30 การกัดกร่อนเริ่มชะลอตัวและคงที่เกิดเนื่องจากการแลกเปลี่ยนอิออนภายในรอยต่อระหว่างอะลูมิเนียมกับเหล็กลดลง จึงทำให้อะลูมิเนียมเกิดการสูญเสียน้ำหนักค่อนข้างมาก และทำให้เกิดการกัดกร่อนที่มากตามไปด้วยขึ้นอยู่กับระยะเวลาของการทดสอบ



รูปที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการทดสอบและอัตราการกัดกร่อนในน้ำทะเลฝั่งอุตสาหกรรมแหลมฉบังของแผ่นอะลูมิเนียม AA 1100

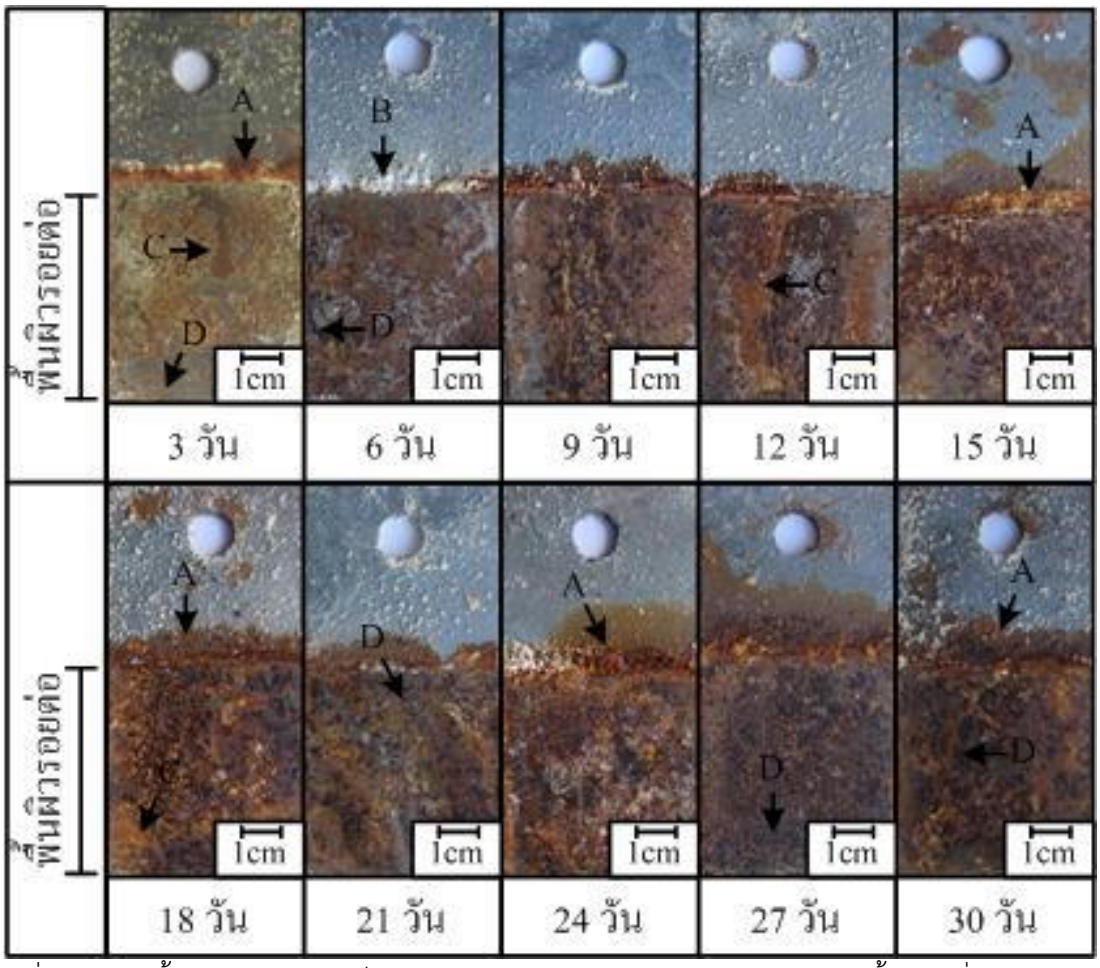
4.4 อิทธิพลของน้ำทะเลอ่าวมะนาวต่ออัตราการกัดกร่อนระหว่างอะลูมิเนียม AA 1100 และเหล็กกล้าคาร์บอน AISI 1015

4.4.1 วิเคราะห์ลักษณะพื้นผิวบนชิ้นงานทดสอบ

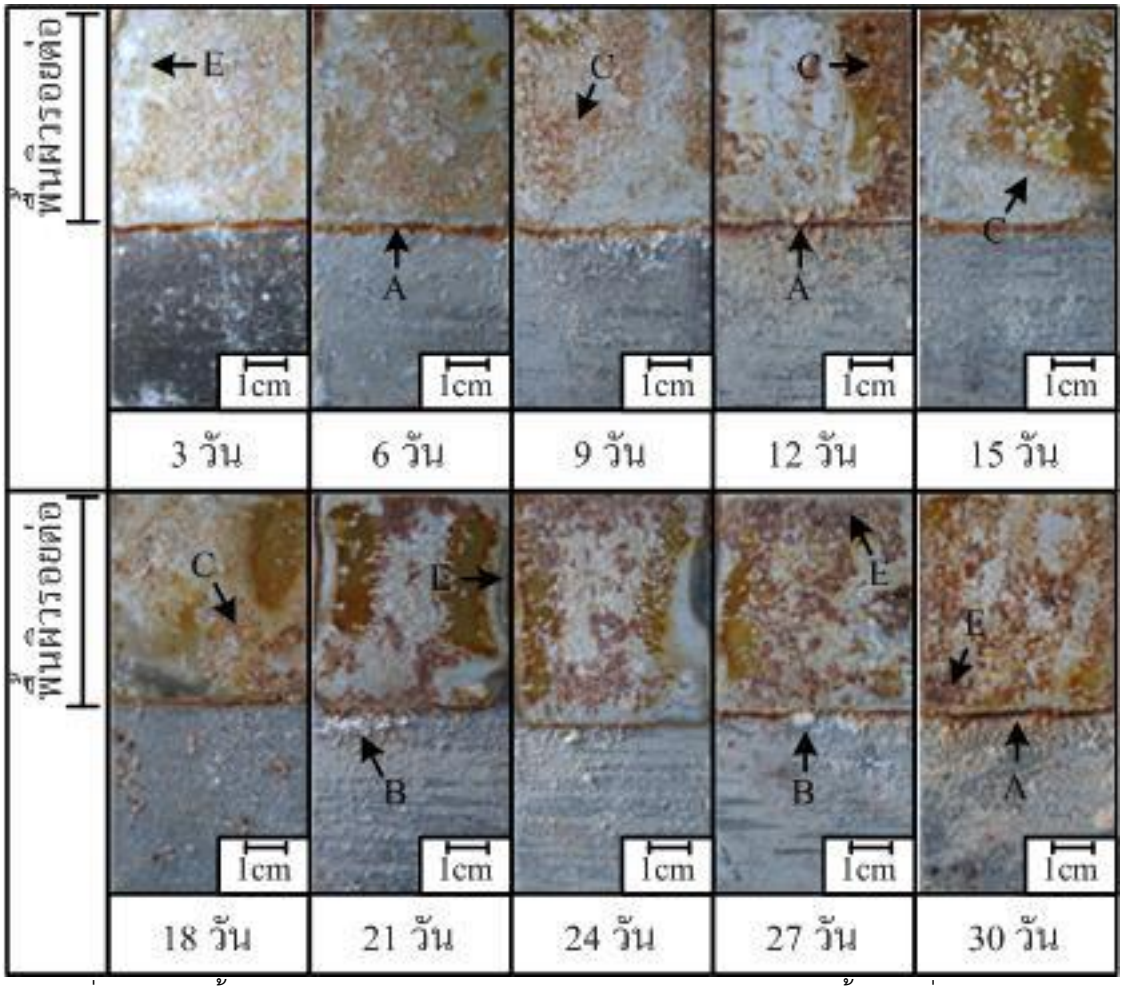
รูปที่ 4.19 แสดงถึงผิวแผ่นเหล็ก จากการทดสอบการกัดกร่อนในน้ำทะเลอ่าวมะนาว มีลักษณะการเกิดออกไซด์ที่บริเวณภายนอกผิวสัมผัส คือเกิดออกไซด์เป็นก้อนบริเวณขอบรอยต่อเกยระหว่างอะลูมิเนียมยาวตลอดแนวบนแผ่นเหล็กทุกช่วงระยะเวลาทดสอบ (แสดงด้วยลูกศร A) เกิดก้อนเกลือแทรกอยู่ด้วยในปริมาณที่ไม่มาก (ดังลูกศร B) ในวันที่ 6 และวันที่ 24 บริเวณผิวนอกผิวสัมผัสเกิดเหมือนแผ่นฟิล์มบางๆ สีขาวขุ่นปกคลุมทั่วพื้นผิว อีกทั้งมีเม็ดเกลือขนาดเล็กเกาะกระจายอยู่ทั่วและมีคราบออกไซด์สีแดงบางๆ ขยายออกมาจากขอบรอยต่อเกยขึ้นมาด้านบน ดังชิ้นงานวันที่ 15 และวันที่ 27 ส่วนบริเวณภายในรอยต่อเกยจะมีลักษณะคล้ายกับชิ้นงานทดสอบของน้ำทะเลแหลมฉบัง อธิบายในรูปที่ 4.13 พบคราบออกไซด์สีแดงเกาะติดเป็นปริมาณมากกระจายอยู่ทั่วพื้นผิวภายในรอยต่อเกย ในปริมาณที่มากตั้งแต่วันแรกจนถึงวันสุดท้ายของระยะเวลาจุ่มแช่ (แสดงด้วยลูกศร C) และเกิดการสูญเสียเนื้อของผิวหน้าแผ่นเหล็กไปกระจ่ายอยู่ทั่วพื้นผิวสัมผัส (แสดงด้วยลูกศร D) ตั้งแต่ในช่วง 3 วัน

แรกจนถึงวันที่ 30 ของระยะเวลาจุ่มแช่ มีลักษณะเป็นหลุมตื้นๆ สีดำ เนื่องจากเกิดออกไซด์ภายในจึงทำให้เกิดสีดำขึ้นภายในหลุมอย่างเห็นได้ชัด

รูปที่ 4.20 แสดงพื้นแผ่นอะลูมิเนียมที่เกิดจากการทดสอบการกัดกร่อนในน้ำทะเลอ่าวมะนาว พบว่าพื้นผิวภายนอกและภายในรอยต่อเกยมีลักษณะที่แตกต่างกันมาก ซึ่งบริเวณภายนอกรอยต่อเกยมีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มสีเทาปกคลุมอยู่ทั่วผิวอะลูมิเนียม และปกคลุมด้วยเกลือเม็ดละเอียดกระจายทับอีกชั้นบนทุกๆ ชิ้นงานทดสอบ ที่บริเวณขอบของรอยต่อเกยระหว่างอะลูมิเนียมกับเหล็กมีออกไซด์ของเหล็กหลุดติดตลอดแนว (แสดงด้วยลูกศร A) ตั้งแต่ชิ้นงานวันที่ 3 ถึงวันที่ 30 อีกทั้งยังมีก้อนเกลือขนาดใหญ่แทรกอยู่ด้วย (แสดงด้วยลูกศร B) ส่วนบริเวณภายในรอยต่อเกย มีคราบออกไซด์สีแดงปะปนด้วยคราบแผ่นฟิล์มสีขาวเกิดขึ้นในปริมาณที่มาก (ดังลูกศร C) เนื่องจากเกิดความชื้นตกค้างภายในรอยต่อเกย จึงทำให้เกิดออกไซด์เพิ่มขึ้นหลังจากเก็บชิ้นงานทดสอบ จึงทำให้เกิดคราบออกไซด์ติดอยู่บริเวณภายในรอยต่อเกิดขึ้นมากกว่าแผ่นอะลูมิเนียมจากการทดสอบในน้ำทะเลจากแหล่งต่างๆ และที่บริเวณขอบจะเกิดหลุมสีเทาตื้นๆ (แสดงด้วยลูกศร E) เกิดขึ้นภายในรอยต่อเกยเนื่องจากเกิดการสูญเสียเนื้ออะลูมิเนียมจากการกัดกร่อนภายในผิวสัมผัสระหว่างอะลูมิเนียมกับเหล็ก ซึ่งมีลักษณะที่คล้ายกับชิ้นงานทดสอบทุกๆ แหล่งน้ำทะเล แต่แตกต่างที่ปริมาณที่มากน้อยไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับสภาวะในน้ำทะเลในแต่ละแหล่ง เป็นต้น



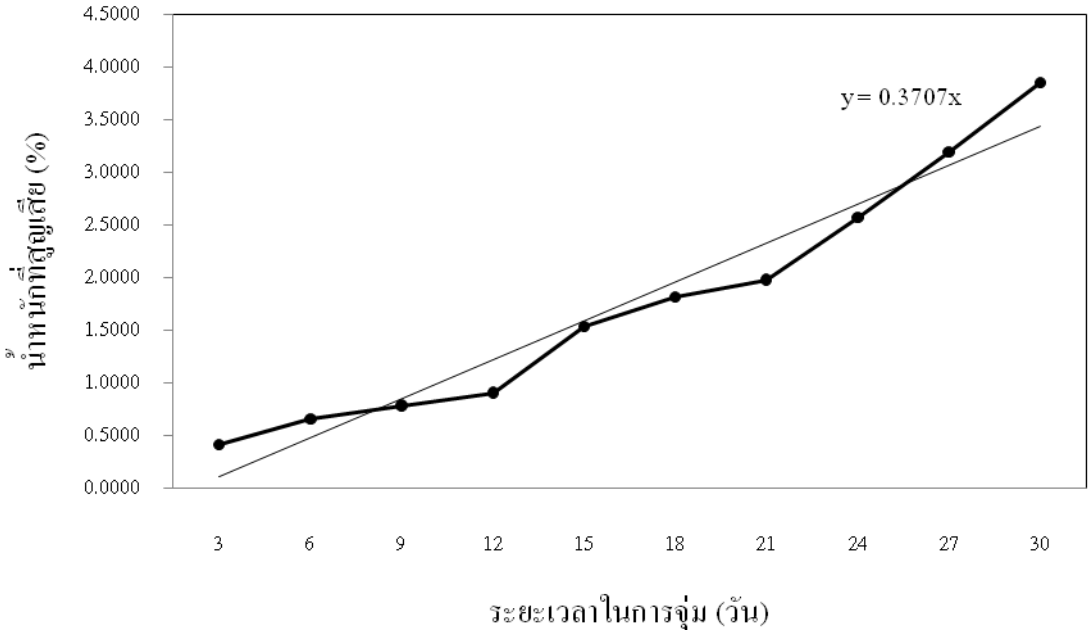
รูปที่ 4.19 ผิวชิ้นงานของแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน AISI 1015 จากการทดสอบในน้ำทะเลฝั่งอ่าวมะนาว



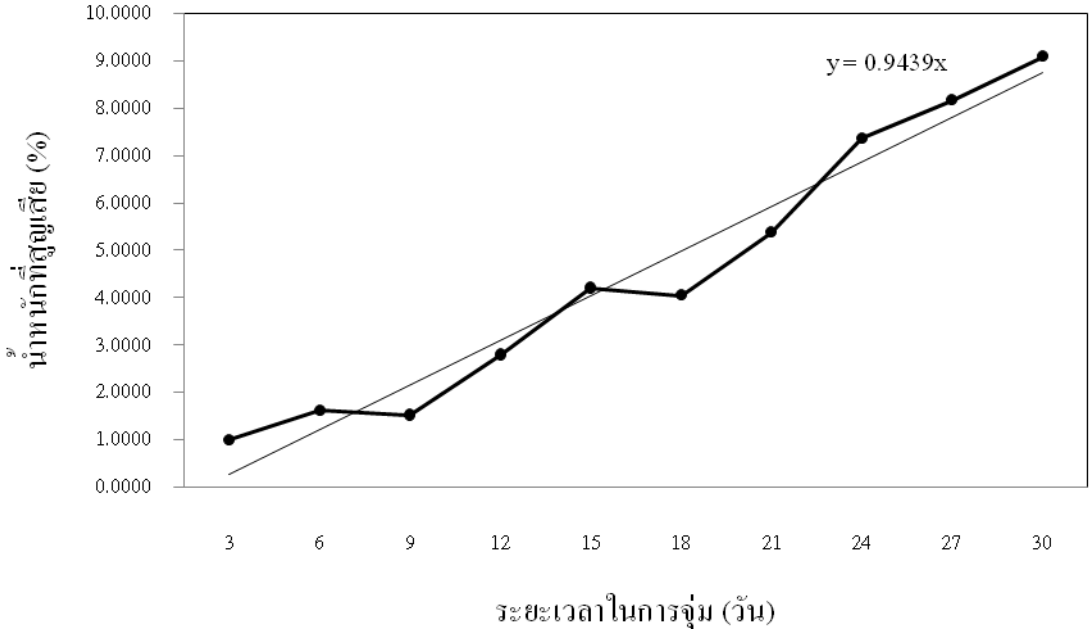
รูปที่ 4.20 ผิวชิ้นงานของแผ่นอะลูมิเนียม AA 1100 จากการทดสอบในน้ำทะเลฝั่งอ่าวมะนาว

4.4.2 แนวโน้มเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียของเหล็กและอะลูมิเนียม

การสูญเสียน้ำหนักของเหล็กจากการทดสอบอัตราการกัดกร่อนในน้ำทะเลอ่าวมะนาว ดังรูปที่ 4.21 พบว่าในช่วงวันที่ 3 ถึงวันที่ 9 เกิดการสูญเสียน้ำหนักไปในปริมาณที่ไม่มากนัก และเริ่มมีค่าเพิ่มมากขึ้นอย่างไม่สม่ำเสมอ ตั้งแต่วันที่ 12 ถึงวันที่ 21 จากนั้นเกิดการสูญเสียที่คงที่จนถึงวันที่ 30 มีค่าแนวโน้มเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียเท่ากับ 0.3707 ซึ่งมีค่ามากรองมาจากค่าแนวโน้มเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียของเหล็กจากการทดสอบในน้ำทะเลชายฝั่งภูเก็ต และมีค่ามากกว่าน้ำทะเลฝั่งอุตสาหกรรมแหลมฉบัง และฝั่งอุตสาหกรรมมาบตาพุด แสดงให้เห็นถึงเหล็กเกิดการสูญเสียน้ำหนักไปในช่วงเวลาต่างๆ ในน้ำทะเลที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวมากกว่าน้ำทะเลแหล่งอุตสาหกรรม ซึ่งมีค่าที่สอดคล้องกับค่าแนวโน้มเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของอะลูมิเนียม แสดงดังรูป 4.22 พบว่ามีลักษณะการสูญเสียน้ำหนักในแนวโน้มที่เพิ่มเหมือนกับเหล็กและอะลูมิเนียมจากน้ำทะเลแหล่งต่างๆ ในช่วงวันที่ 3 ถึงวันที่ 9 มีการสูญเสียน้ำหนักในปริมาณที่เล็กน้อย เมื่อเทียบกับวันที่ 12 และวันที่ 15 จากนั้นเกิดการสูญเสียในลักษณะที่ใกล้เคียงกับเส้นแนวโน้มเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสีย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.9439 ซึ่งมีค่าที่สอดคล้องกับค่าแนวโน้มเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียของเหล็ก แสดงให้เห็นว่าเหล็กและอะลูมิเนียมเกิดการสูญเสียน้ำหนักไปในแต่ละช่วงเวลาในลักษณะที่แปรผันตรงต่อกัน ขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการกัดกร่อนทั้งภายในและภายนอกของรอยต่อเกยระหว่างเหล็กกับอะลูมิเนียม



รูปที่ 4.21 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการทดสอบและน้ำหนักที่สูญเสียจากการทดสอบในน้ำทะเลฝั่งอ่าวมะนาวของแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน AISI 1015

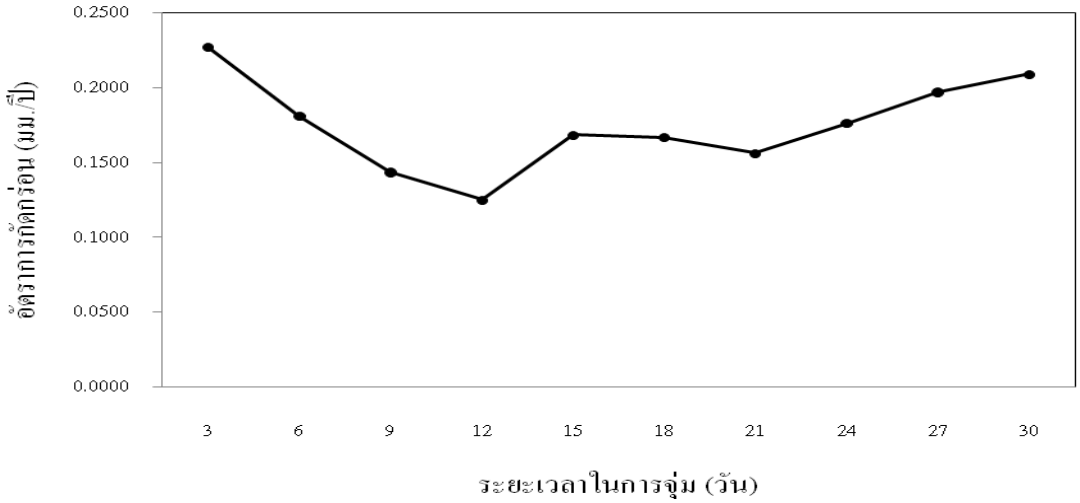


รูปที่ 4.22 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการทดสอบและน้ำหนักที่สูญเสียจากการทดสอบในน้ำทะเลฝั่งอ่าวมะนาวของแผ่นอะลูมิเนียม AA 1100

4.4.3 อัตราการกัดกร่อนของเหล็กและอะลูมิเนียม

การทดสอบอัตราการกัดกร่อนในน้ำทะเลฝั่งอ่าวมะนาว พบว่าเหล็กเกิดการกัดกร่อนในลักษณะที่เหมือนกับอัตราการกัดกร่อนของอะลูมิเนียม แสดงดังรูปที่ 4.23 แสดงค่าอัตราการกัดกร่อนของเหล็ก พบว่าเหล็กเกิดการกัดกร่อนในปริมาณที่มากในวันที่ 3 จากนั้นลดลงเรื่อยๆ อย่างต่อเนื่องจนถึงวันที่ 12

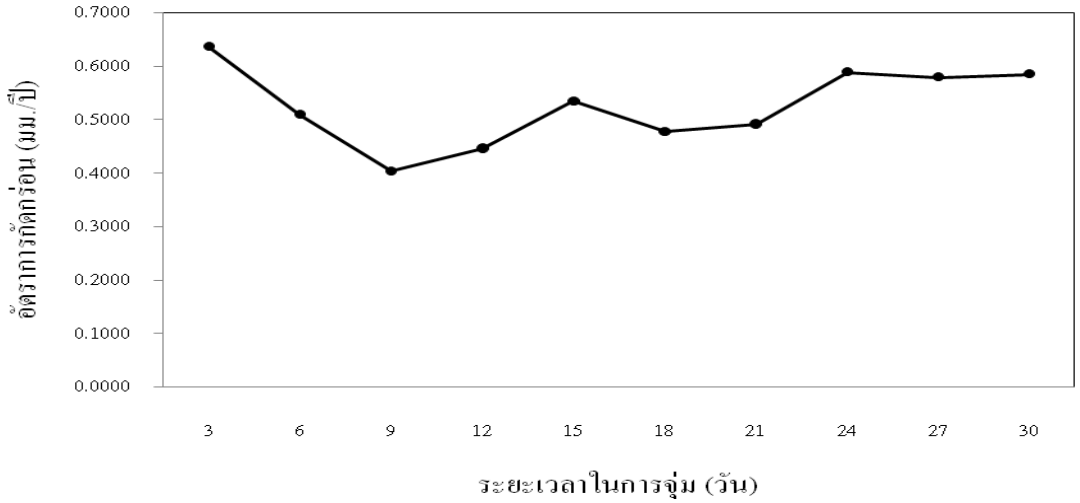
ซึ่งมีค่าต่ำสุด จากนั้นสูงขึ้นอีกครั้งในวันที่ 15 และลดลงอีกครั้งถึงวันที่ 21 การกัดกร่อนเริ่มเกิดมากขึ้นในวันที่ 24 จนถึงวันที่ 30 แสดงให้เห็นว่าเหล็กเกิดการกัดกร่อนเพิ่มขึ้นในวันที่ 24 ถึงวันที่ 30 ของทุกๆ แหล่งน้ำทะเลเกิดเนื่องจากในช่วงท้ายๆ ของระยะเวลาทดสอบน้ำทะเลมีความเข้มข้นจากการทดสอบมากยิ่งขึ้นจึงทำให้เหล็กเกิดการกัดกร่อนที่เพิ่มมากขึ้นด้วย ทำให้ช่วงแรกเกิดการสูญเสียน้ำหนักของเหล็กในปริมาณที่มาก จึงเป็นเหตุทำให้เกิดการกัดกร่อนค่อนข้างมากนั้นเอง และมีค่าอัตราการกัดกร่อนในวันที่ 30 เท่ากับ 0.2090 มม./ปี ส่วนอัตราการกัดกร่อนของอะลูมิเนียม ดังรูปที่ 4.24 พบว่ามีลักษณะที่เหมือนค่าอัตราการกัดกร่อนของอะลูมิเนียมจากแหล่งน้ำทะเลต่างๆ ซึ่งพบว่าเกิดการกัดกร่อนที่สูงในวันที่ 3 และลดลงอย่างต่อเนื่องในวันที่ 9 จากนั้นเพิ่มขึ้น และลดลงสลับกันอย่างไม่คงที่ถึงวันที่ 24 เริ่มคงที่จนถึงวันที่ 30 มีค่าอัตราการกัดกร่อนในวันที่ 30 เท่ากับ 0.5875 มม./ปี แสดงให้เห็นว่าอะลูมิเนียมเริ่มเกิดการกัดกร่อนที่คงที่ในช่วงท้ายของระยะเวลาทดสอบ ซึ่งไม่เหมือนกับเหล็กที่มีการกัดกร่อนในลักษณะที่เพิ่มขึ้นในช่วงท้าย เป็นเพราะว่าอะลูมิเนียมเกิดการถ่ายทอดอิอออนที่ลดลง เมื่อระยะเวลาทดสอบเพิ่มมากขึ้น เปรียบเทียบอัตราการกัดกร่อนของเหล็กและอะลูมิเนียมจากการทดสอบในน้ำทะเลแหล่งต่างๆ



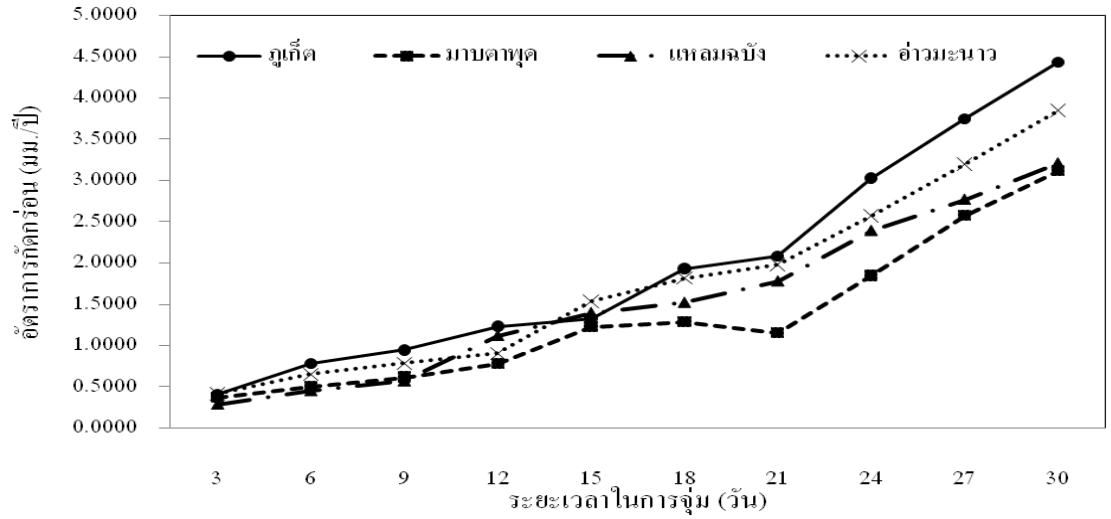
รูปที่ 4.23 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการทดสอบและอัตราการกัดกร่อนในน้ำทะเลฝั่งอ่าวมะนาวของแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน AISI 1015

การทดลองหาอัตราการกัดกร่อนของเหล็กและอะลูมิเนียมในน้ำทะเลแต่ละแหล่ง พบว่าเหล็กและอะลูมิเนียมมีแนวโน้มการกัดกร่อนที่แตกต่างกัน แสดงดังรูปที่ 4.25 และ 4.26 ตามลำดับ เหล็กมีอัตราการกัดกร่อนจากการทดสอบในแหล่งน้ำที่แตกต่างกัน อธิบายได้ดังรูปที่ 4.25 พบว่า เมื่อเริ่มทดสอบอัตราการกัดกร่อนแผ่นเหล็กมีค่าการกัดกร่อนสูงในวันที่ 3 ทุกๆ แหล่งน้ำทะเล และมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องถึงวันที่ 18 และคงที่เล็กน้อยจึงถึงวันที่ 21 แต่อัตราการกัดกร่อนในน้ำทะเลฝั่งภูเก็ตมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด ซึ่งแตกต่างไปจากแหล่งน้ำทั้งสามแหล่ง นั้นแสดงว่าในช่วงแรกน้ำทะเลฝั่งภูเก็ตเกิดปฏิกิริยาการกัดกร่อนในเหล็กที่ค่อนข้างรวดเร็ว ซึ่งเกิดจากความเข้มข้นของน้ำทะเลที่ไม่เหมือนกัน จากนั้นอัตราการกัดกร่อนมีลักษณะที่เพิ่มขึ้นอย่างคงที่ ขึ้นอยู่กับระยะเวลาต่างๆ ในการทดสอบ เมื่อระยะเวลาผ่านไป 21 วัน อัตราการกัดกร่อนสามารถแยกออกได้อย่างชัดเจนว่าน้ำทะเลในแต่ละแห่งมีการกัดกร่อนที่แตกต่างกัน เช่น น้ำทะเลฝั่งภูเก็ตเกิดอัตราการกัดกร่อนในปริมาณที่สูง ส่วนอัตราการกัด

กร่อนที่น้อยสุดคือน้ำทะเลฝั่งภูเก็ต เกิดอัตราการกัดกร่อนในปริมาณที่สูง ส่วนอัตราการกัดกร่อนที่น้อยสุดคือน้ำทะเลฝั่งอุตสาหกรรมมาบตาพุด การทดลองนี้ได้ทำการหาค่าอัตราการกัดกร่อนในวันที่ 30 ของการทดลอง พบว่าน้ำทะเลฝั่งภูเก็ตมีค่าอัตราการกัดกร่อนในเหล็กเท่ากับ 0.2472 มม./ปี รองลงมาคือน้ำทะเลฝั่งอ่าวไทยมีค่าอัตราการกัดกร่อนของเหล็กในวันที่ 30 เท่ากับ0.2090 มม./ปี น้ำทะเลฝั่งอุตสาหกรรมแหลมฉบังและน้ำทะเลฝั่งอุตสาหกรรมมาบตาพุด มีอัตราการกัดกร่อนของเหล็กในวันที่ 30 เท่ากับ 0.1775 มม./ปี และ 0.1707 มม./ปี ตามลำดับ สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการกัดกร่อนของเหล็กที่มากน้อยต่างกันนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำหนักที่สูญเสียไปของเหล็กจากปฏิกิริยาที่เกิดร่วมกันกับอะลูมิเนียม ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการกัดกร่อนในปริมาณที่มากน้อยตามมาเช่นเดียว

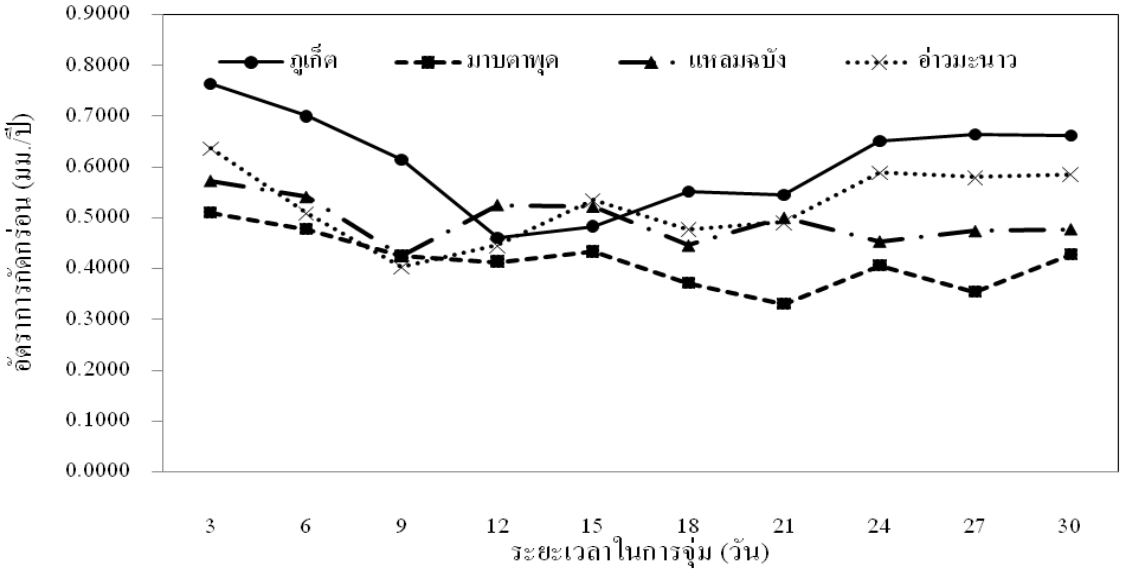


รูปที่ 4.24 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการทดสอบและอัตราการกัดกร่อนในน้ำทะเลฝั่งอ่าวมะนาวของแผ่นอะลูมิเนียม AA 1100



รูปที่ 4.25 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการทดสอบอัตราการกัดกร่อนของเหล็กกล้าคาร์บอน AISI 1015 จากการทดสอบในน้ำทะเลแหล่งต่างๆ

รูปที่ 4.26 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการกัดกร่อนของอะลูมิเนียมจากการทดสอบอัตราการกัดกร่อนในน้ำทะเลแหล่งต่างๆ พบว่ามีลักษณะที่แตกต่างไปจากการกัดกร่อนของเหล็กแต่เหมือนกันในช่วงวันที่ 3 ถึงวันที่ 6 การกัดกร่อนค่อนข้างคงที่หรือเกิดการกัดกร่อนเพียงเล็กน้อย จากนั้นลดลงมากในวันที่ 9 ส่วนเส้นกราฟของน้ำทะเลฝั่งภูเก็ต มีลักษณะที่แตกต่างไปจากเส้นกราฟการกัดกร่อนของน้ำทะเลแหล่งอื่น เป็นเพราะมีส่วนเกี่ยวข้องกับอัตราการกัดกร่อนของเหล็กที่เกิดขึ้นในปริมาณที่มากด้วย ในช่วงวันที่ 12 ถึงวันที่ 24 อัตราการกัดกร่อนของอะลูมิเนียมมีค่าเพิ่มขึ้นและลดลงสลับกันไปอย่างไม่คงที่เกิดการสูญเสียน้ำหนักของอะลูมิเนียมค่อนข้างน้อยและคงตัว จึงเป็นเหตุทำให้อะลูมิเนียมเกิดการกัดกร่อนค่อนข้างคงที่เช่นเดียวกัน เริ่มคงที่ในวันที่ 27 และวันที่ 30 เนื่องจากอะลูมิเนียมเกิดการกัดกร่อนภายในรอยต่อเกย หรือเกิดปฏิกิริยาที่ลดลงระหว่างเหล็กจึงทำให้ค่าการค่าการกัดกร่อนของอะลูมิเนียมในช่วงท้ายการทดลองมีค่าลดลงหรือคงที่ ค่าอัตราการกัดกร่อนของอะลูมิเนียมจากการทดลองนี้มีค่าดีที่สุดที่ระยะเวลา 30 วันคือ อัตราการกัดกร่อนในน้ำทะเลฝั่งภูเก็ต ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.6622 มม./ปี รองลงมาคือ น้ำทะเลฝั่งอ่าวมะนาว น้ำทะเลฝั่งอุตสาหกรรมแหลมฉบัง และน้ำทะเลฝั่งมาบตาพุด มีค่าอัตราการกัดกร่อนของอะลูมิเนียมเท่ากับ 0.5875 มม./ปี 0.4777 มม./ปี และ 0.4270 มม./ปี ตามลำดับ ซึ่งมีความสอดคล้องกับค่าอัตราการกัดกร่อนของเหล็กดังที่อธิบายไว้ดังรูปที่ 4.25



รูปที่ 4.26 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการทดสอบอัตราการกัดกร่อนของอะลูมิเนียม AA 1100 จากการทดสอบในน้ำทะเลแหล่งต่างๆ

ผลจากการทดสอบ อิทธิพลของน้ำทะเลไทยต่ออัตราการกัดกร่อนของรอยต่อเกยระหว่างเหล็กกล้าคาร์บอน AISI 1015 กับอะลูมิเนียม AA 1100 พบว่า ผลการทดสอบของชิ้นงานทดสอบทั้งหมดมีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียไปกับอัตราการกัดกร่อนที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและส่วนประกอบภายในน้ำทะเล คือ โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ซึ่งส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาการกัดกร่อนต่อวัสดุทั้งสองชนิดเป็นอย่างมากและพฤติกรรมกลไกการเกิดการกัดกร่อนทั้งภายในและภายนอกของรอยต่อเกยด้วย ค่าผลที่ได้จากการทดสอบอิทธิพลแหล่งน้ำทะเลไทยต่ออัตราการกัดกร่อน

ของรอยต่อเกยระหว่างเหล็กกับอะลูมิเนียมนี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการทำการศึกษาและหาวิธีการป้องกันการเกิดการกัดกร่อนในรอยต่อเกยระหว่างวัสดุทั้งสองชนิดนี้ต่อไป

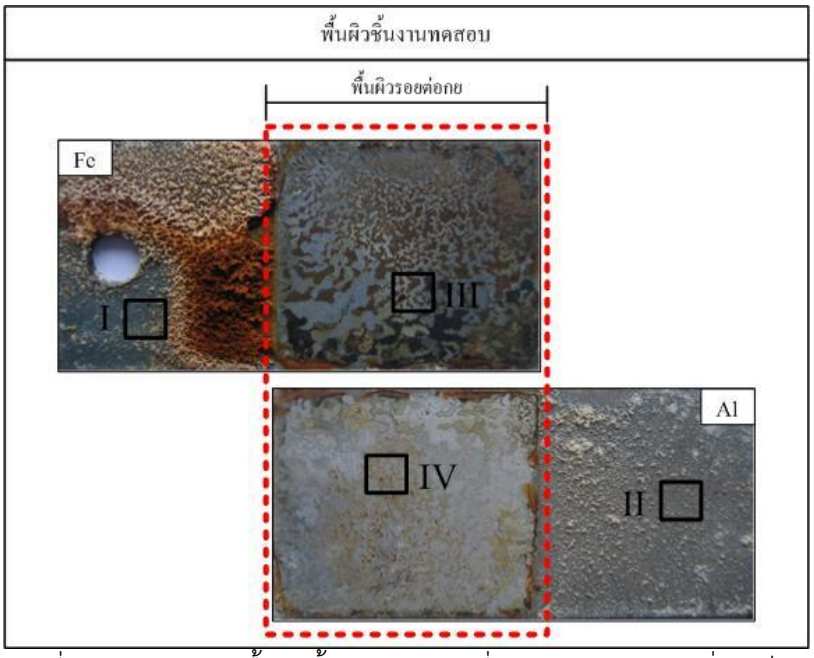
4.5 การทดสอบปริมาณธาตุบนผิวชิ้นงานทดสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกวาด

ลักษณะของออกไซด์ที่เกิดบนผิวของเหล็กและอะลูมิเนียมที่ระยะเวลา 30 วัน จากการทดสอบอัตราการกัดกร่อนในน้ำทะเลแต่ละแหล่งทั้งภายในและภายนอกของรอยต่อเกยระหว่างเหล็กกับอะลูมิเนียม ซึ่งพบว่าบริเวณภายนอกมีลักษณะการเกิดออกไซด์และเกิดการกัดกร่อนที่แตกต่างไปจากบริเวณภายในรอยต่อเกย ดังนั้นจึงได้นำชิ้นงานทดสอบไปทำการทดสอบ SEM เพื่อตรวจสอบหาปริมาณธาตุเดี่ยวบนพื้นผิวของเหล็กและอะลูมิเนียมทั้งภายในและภายนอกบนผิวชิ้นงาน งานวิจัยนี้ทำการศึกษาเฉพาะธาตุที่มีผลต่อการกัดกร่อนกับวัสดุทั้งสองชนิดเท่านั้น ได้แก่ เหล็ก (Fe) อะลูมิเนียม (Al) และออกซิเจน (O) ที่ส่งผลทำให้วัสดุทั้งสองเกิดการกัดกร่อนได้ดี โดยเฉพาะออกซิเจน ที่เป็นส่วนผสมหลักในน้ำทดสอบ และมีผลต่อออกไซด์ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงปริมาณออกไซด์ที่เกิดขึ้นบนผิวชิ้นงานทดสอบ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.1

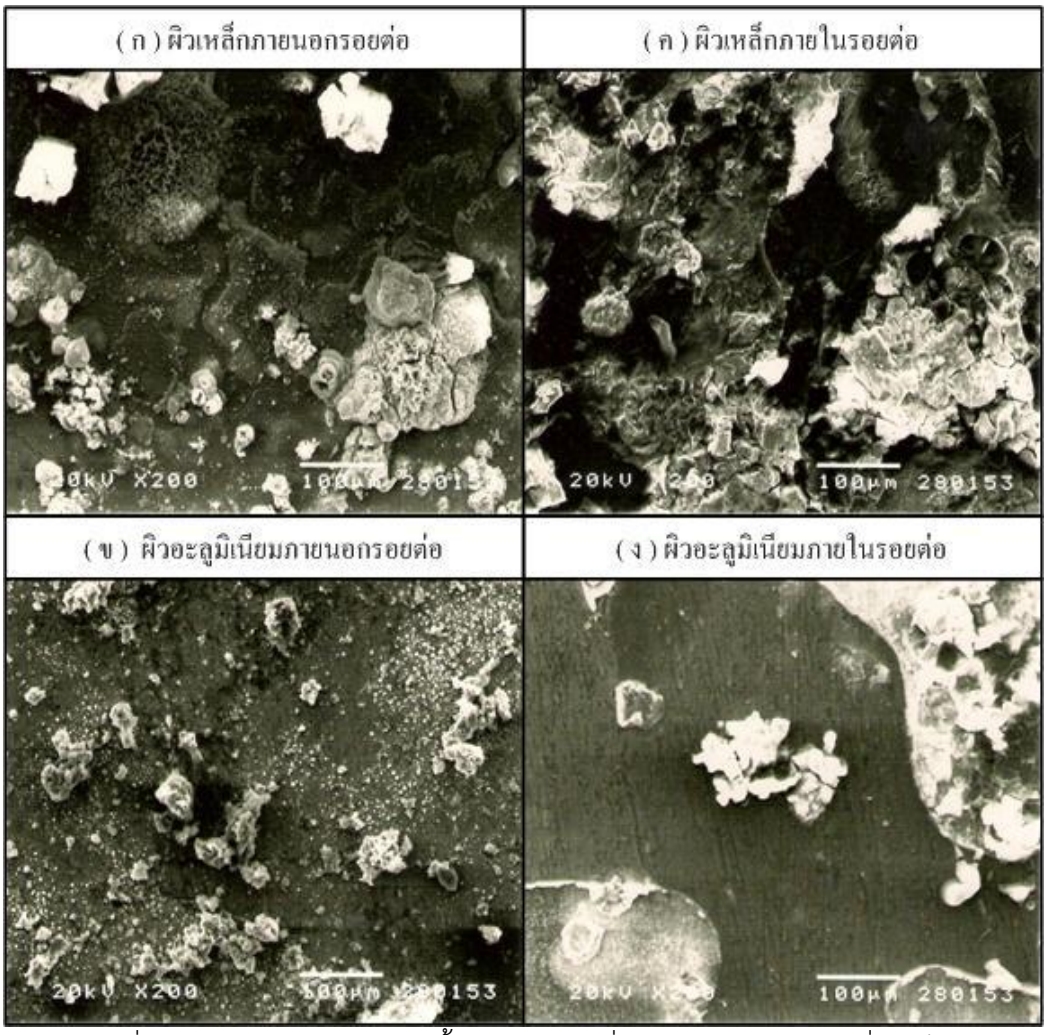
ตารางที่ 4.1 ปริมาณธาตุภายในและภายนอกของรอยต่อเกยจากการวิเคราะห์การกระจายตัวของรังสีเอ็กซ์ (X-ray dispersive spectrometry) ของชิ้นงานทดสอบในน้ำทะเลแหล่งต่างๆ

วัสดุ	แหล่งน้ำทะเล	ปริมาณธาตุบริเวณภายนอกรอยต่อ (%)			ปริมาณธาตุบริเวณภายในรอยต่อ (%)		
		O	Fe	Al	O	Fe	Al
เหล็ก	ภูเก็ต	81.81	14.67	3.51	79.89	18.57	1.55
	มาบตาพุด	77.63	22.16	0.21	64.94	26.38	8.67
	แหลมฉบัง	77.67	21.51	0.81	75.29	14.39	10.30
	อ่าวมะนาว	81.55	16.78	1.68	79.09	20.12	0.67
อะลูมิเนียม	ภูเก็ต	89.40	-	10.60	70.07	-	29.29
	มาบตาพุด	73.06	-	26.94	42.68	-	57.32
	แหลมฉบัง	85.34	-	14.66	58.69	-	41.31
	อ่าวมะนาว	87.13	-	12.87	59.60	-	40.40

การทดสอบในน้ำทะเลฝั่งภูเก็ต ตำแหน่งที่ I และ II คือบริเวณพื้นผิวภายนอกของเหล็กและอะลูมิเนียมที่ไม่ใช่รอยต่อเกยในรูปที่ 4.27 โดยผลการวิเคราะห์แสดงในรูปที่ 4.28 (ก) พบว่าผิวด้านนอกของเหล็กพบการกัดกร่อนลึกลงเข้าไปจากผิวหน้าของเหล็กที่เป็นบ่อขนาดใหญ่กระจายตัวอยู่รอบๆ ออกไซด์ที่มีลักษณะเป็นก้อนอีกทั้งยังพบคราบออกไซด์ปกคลุมอยู่ทั่วพื้นผิว ส่วนบริเวณผิวหน้าของอะลูมิเนียมพบหลุมเล็กๆ ที่ละเอียดมากที่เกิดจากการกัดกร่อน เมื่อเทียบกับผิวด้านนอกของเหล็กทั่วผิวนอกของอะลูมิเนียมถูกปกคลุมด้วยแผ่นฟิล์มบางๆ ทั่วพื้นผิว และมีเม็ดเกลือขนาดเล็กใหญ่เกาะกระจายอยู่ทั่วอย่างไม่สม่ำเสมอ แสดงดังรูปที่ 4.28 (ข)



รูปที่ 4.27 ภาพถ่ายพื้นผิวชิ้นงานทดสอบที่ระยะเวลา 30 วัน (ฝั่งภูเก็ต)

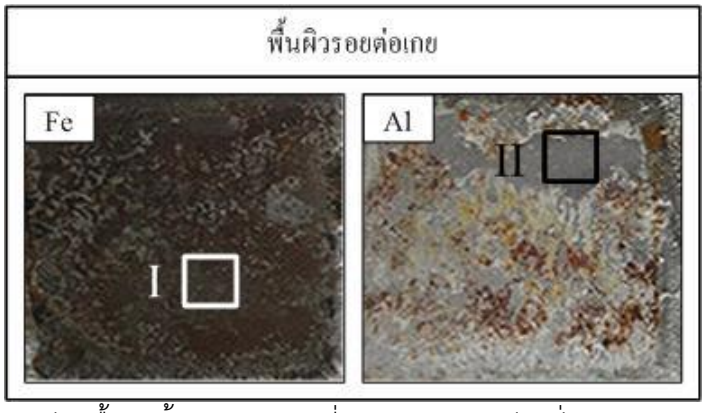


รูปที่ 4.28 ภาพถ่าย SEM ของชิ้นงานทดสอบที่กำลังขยาย 200 เท่า (ฝั่งภูเก็ต)

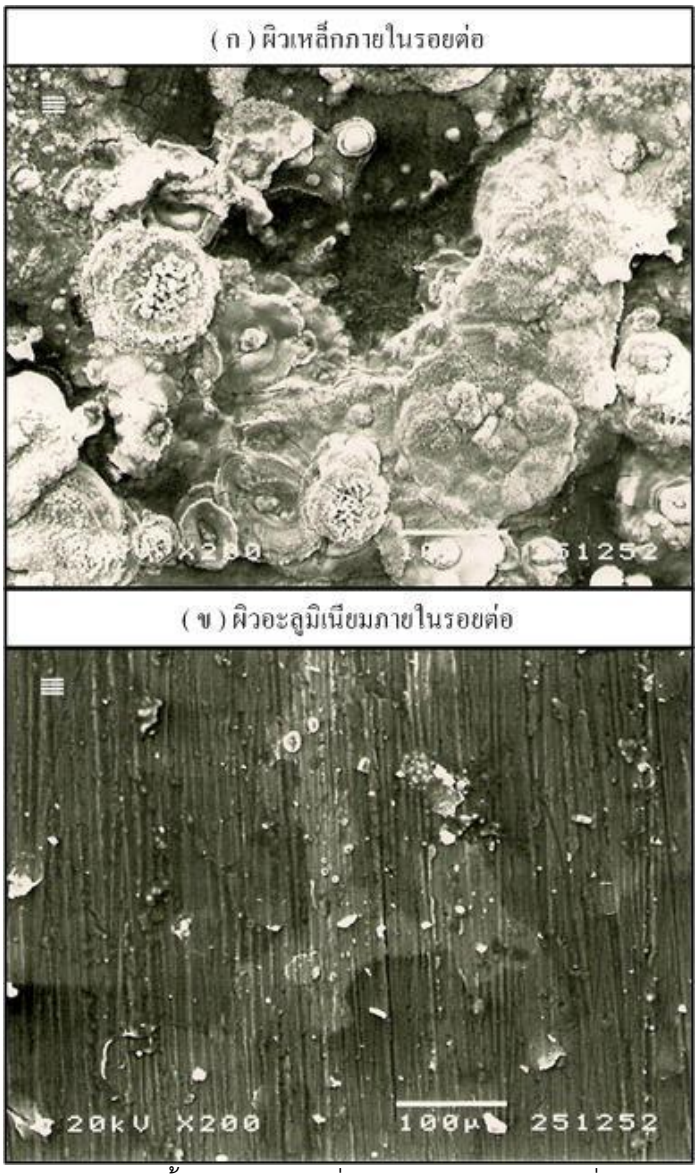
จากการวิเคราะห์การกระจายตัวของรังสีเอ็กซ์ แสดงในตารางที่ 4.1 พบปริมาณธาตุออกซิเจน (O) ซึ่งเป็นส่วนผสมของออกไซด์สูงที่บริเวณพื้นผิวภายนอกของเหล็กและอะลูมิเนียม แสดงให้เห็นว่าบริเวณผิวนอกของอะลูมิเนียมเกิดการกัดกร่อนในปริมาณที่มากเช่นเดียวกับเหล็กซึ่งมีปริมาณธาตุออกซิเจน (O) มากใกล้เคียงกัน ลักษณะของพื้นผิวภายนอกผิวสัมผัสของเหล็กและอะลูมิเนียมจากการทดสอบในน้ำทะเลฝั่งภูเก็ต น้ำทะเลฝั่งอุตสาหกรรมมาบตาพุด น้ำทะเลฝั่งอุตสาหกรรมแหลมฉบัง และน้ำทะเลฝั่งอ่าวมะนาว มีลักษณะที่เหมือนๆ กัน แต่มีความแตกต่างกันที่ปริมาณออกไซด์ที่เกิดขึ้น

รูปที่ 4.27 ตำแหน่งที่ III และ IV ตามลำดับ โดยผลการวิเคราะห์แสดงในรูปที่ 4.28 (ค) และ (ง) แสดงพื้นผิวของเหล็กและอะลูมิเนียมภายในรอยต่อเกย จากการวิเคราะห์การกระจายตัวของธาตุต่างๆ บนผิวออกไซด์ พบว่าที่ผิวของเหล็กมีปริมาณออกซิเจนมาก เมื่อเทียบกับบริเวณภายนอก แสดงดังตารางที่ 4.1 นั้นแสดงว่าบริเวณภายในผิวสัมผัสเกิดการกัดกร่อนขึ้นด้วย แต่เมื่อเทียบกับบริเวณภายนอกเกิดการกัดกร่อนที่ลึกและเป็นบ่อใหญ่ๆ และเกิดคราบออกไซด์กระจายอยู่ทั่วพื้นผิว ซึ่งมีความแตกต่างจากบริเวณภายในผิวรอยต่อของอะลูมิเนียม แสดงดังรูปที่ 4.28 (ง) ซึ่งมีลักษณะเป็นหลุมลึกขนาดกว้างใหญ่เกือบทั่วพื้นผิวภายในรอยต่อหลังจากตรวจพบจากการวิเคราะห์การกระจายตัวของรังสีเอ็กซ์ พบว่ามีปริมาณธาตุออกซิเจน ในบริเวณมากเช่นเดียวกับบริเวณภายนอก แสดงให้เห็นว่าบริเวณภายในรอยต่อเกยที่ผิวอะลูมิเนียมเกิดการกัดกร่อนในปริมาณที่มากเช่นเดียวกับเหล็กบนพื้นผิวของแผ่นเหล็กและอะลูมิเนียม ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นถึงปริมาณออกซิเจนที่เกิดขึ้นตามมา ดังตารางที่ 4.1

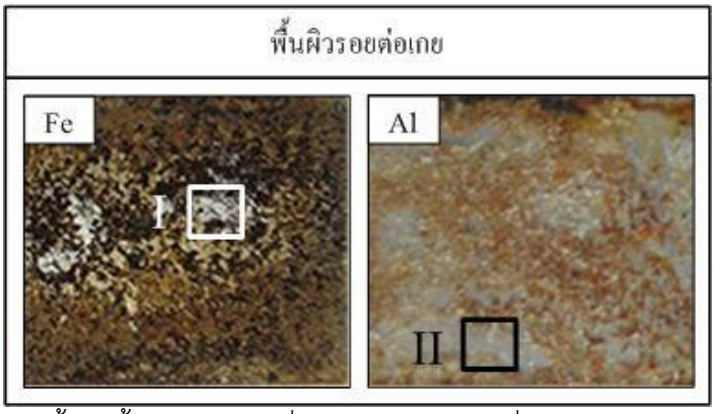
ตำแหน่งที่ I และ II ในรูปที่ 4.29 ซึ่งทำการวิเคราะห์การกระจายตัวของธาตุด้วยรังสีเอ็กซ์ของแผ่นเหล็กและอะลูมิเนียมที่บริเวณภายในรอยต่อเกยจากการทดสอบในน้ำทะเลฝั่งอุตสาหกรรมมาบตาพุด พบว่าเกิดก้อนออกไซด์ขนาดใหญ่ปกคลุมไปทั่วบริเวณส่องทดสอบ SEM และรอบๆ ออกไซด์เกิดหลุมลึกสีดำเป็นบ่อขนาดใหญ่บนผิวของแผ่นเหล็กดังรูปที่ 4.30 (ก) และรูปที่ 4.30 (ข) พบว่าทั่วพื้นผิวของอะลูมิเนียมมีแผ่นฟิล์มสีเข้มปกคลุมอยู่ทั่วพื้นผิวและเกิดหลุมขนาดใหญ่สีขาวซึ่งกินลึกเข้าไปในเนื้ออะลูมิเนียมอย่างเห็นได้ชัด จากการตรวจสอบ SEM พบปริมาณธาตุออกซิเจนเป็นปริมาณมาก เกิดขึ้นบริเวณภายในรอยต่อเกยระหว่างเหล็กและอะลูมิเนียม แสดงดังตารางที่ 4.1 ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นว่าบริเวณภายในรอยต่อเกยทั้งแผ่นเหล็กและแผ่นอะลูมิเนียมเกิดการกัดกร่อนภายในด้วยปริมาณธาตุออกซิเจนในออกไซด์ผิวของวัสดุทั้งสองชนิด



รูปที่ 4.29 ภาพถ่ายพื้นผิวชิ้นงานทดสอบที่ระยะเวลา 30 วัน (ฝั่งอุตสาหกรรมมาบตาพุด)



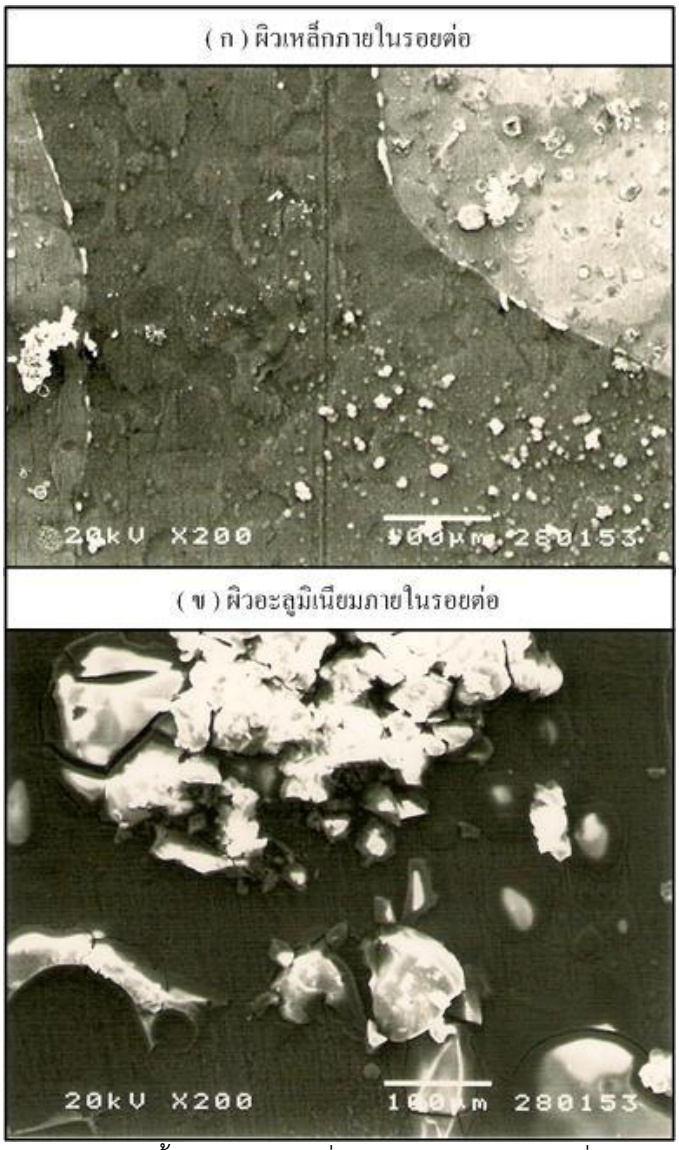
รูปที่ 4.30 ภาพถ่าย SEM ของชิ้นงานทดสอบที่กำลังขยาย 200 เท่า (ฝั่งอุตสาหกรรมมาบตาพุด)



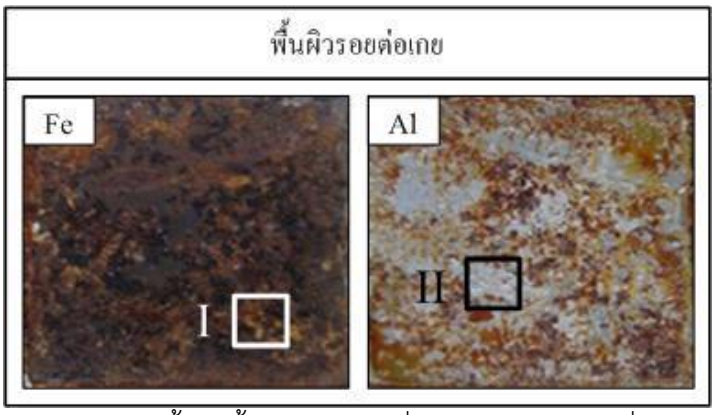
รูปที่ 4.31 ภาพถ่ายพื้นผิวชิ้นงานทดสอบที่ระยะเวลา 30 วัน (ฝั่งอุตสาหกรรมแหลมฉบัง)

รูปที่ 4.32 (ก) และ (ข) แสดงภายถ่ายการทดสอบ SEM ของแผ่นเหล็กและอะลูมิเนียมในภายในรอยต่อเกย จากการทดสอบในน้ำทะเลฝั่งอุตสาหกรรมแหลมฉบัง แสดงดังรูปที่ 4.31 ตำแหน่ง I และ II

ตามลำดับ พบว่าที่ผิวของเหล็กและอะลูมิเนียมเกิดความแตกต่างกันมากเมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะการสูญเสียเนื้อเหล็กไปเกือบทั่วผิวหน้าและมีความลึกลงไปอีกชั้นในส่วนที่เกิดการกัดกร่อน ส่วนที่บริเวณผิวเหล็กที่ไม่สูญเสียไปจะเกิดหลุมเล็กๆ กระจายอยู่ทั่วพื้นผิว ซึ่งมีความแตกต่างไปจากผิวของอะลูมิเนียมที่มีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มปกคลุมอย่างหนาไม่สามารถมองเห็นการสูญเสียของผิวอะลูมิเนียมได้อย่างชัดเจน เนื่องจากคราบของออกไซด์ที่หลุดออกมาจากเหล็กติดทับอยู่ในส่วนที่ทำการตรวจสอบ คาดว่าบริเวณที่ถูกปกคลุมด้วยฟิล์มและออกไซด์ของเหล็กน่าจะเกิดการสูญเสียไปของผิวอะลูมิเนียมเป็นอย่างมาก เมื่อเทียบกับผิวภายในรอยต่อของอะลูมิเนียมที่น้ำทะเลฝั่งภูเก็ตและมาบตาพุด และปริมาณออกซิเจนที่อยู่บนผิวอะลูมิเนียม ดังตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.32 ภาพถ่าย SEM ของชิ้นงานทดสอบที่กำลังขยาย 200 เท่า (ฝั่งอุตสาหกรรมแหลมฉบัง)



รูปที่ 4.33 ภาพถ่ายพื้นผิวชิ้นงานทดสอบที่ระยะเวลา 30 วัน (ฝั่งอ่าวมะนาว)

รูปที่ 4.34 ภาพถ่าย SEM ของชิ้นงานทดสอบที่กำลังขยาย 200 เท่า (ฝั่งอ่าวมะนาว)

ภาพถ่ายชิ้นงานทดสอบภายในรอยต่อเกยที่ผิวของเหล็กจากการทดสอบในน้ำทะเลฝั่งอ่าวมะนาว แสดงดังรูปที่4.34 (ก) ตำแหน่ง I ในรูปที่ 4.33 มีลักษณะการเกิดออกไซด์ที่มาก เนื่องจากชิ้นงานเกิดความชื้นตกค้าง จึงทำให้เกิดออกไซด์เกิดภายในรอยต่อเกยหลังจากแกะออกจากการประกบ

กับอะลูมิเนียม จึงทำให้มองเห็นภาพจากการทดสอบ SEM ได้ไม่ชัดเจนเพราะมีคราบออกไซด์ปกคลุมอยู่ เมื่อนำไปเทียบกับภาพถ่าย SEM ของน้ำทะเลแหล่งต่างๆ ผลการตรวจสอบมีลักษณะที่เหมือนๆ กัน คือ เกิดการกัดกร่อนที่บริเวณผิวหน้าของแผ่นเหล็กลึกและกว้าง ขึ้นอยู่กับจุดหรือบริเวณที่ทำการตรวจสอบด้วยการยิงการกระจายของรังสีเอ็กซ์ ซึ่งมีความสอดคล้องกับปริมาณธาตุออกซิเจนที่เป็นส่วนผสมเหล็กในออกไซด์ที่เป็นเหตุทำให้เกิดการกัดกร่อน ดังตารางที่ 1 ส่วนรูปที่ 4.34 (ข) จากตำแหน่งที่ II รูปที่ 4.33 เป็นลักษณะการสูญเสียของเนื้ออะลูมิเนียมไปทั่วพื้นผิว เกิดจากการกัดกร่อนเช่นเดียวกัน เมื่อเทียบกับรูปที่ 4.32 (ข) ซึ่งได้อธิบายไว้แล้วข้างต้น

ผลจากการตรวจสอบพื้นผิวของชิ้นงานทดสอบด้วยการวิเคราะห์การกระจายตัวของรังสีเอ็กซ์ที่น้ำทะเลแหล่งต่างๆ พบว่าผิวด้านนอกและด้านในผิวรอยต่อของเหล็กมีลักษณะของการเกิดออกไซด์ที่เหมือนกันถูกปกคลุมด้วยคราบออกไซด์ในปริมาณมากน้อยต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณออกซิเจนที่เป็นหลักฐานบ่งบอกถึงการกัดกร่อนได้เป็นอย่างดี เมื่อเทียบกับบริเวณพื้นผิวของอะลูมิเนียม พบคราบฟิล์มปกคลุมอยู่ทั่วพื้นผิวเช่นเดียวกัน และเกิดหลุมที่เกิดจากการสูญเสียเนื้ออะลูมิเนียมจากการกัดกร่อน ตรวจพบออกซิเจนทั้งภายในและภายนอกรอยต่อเกย ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกให้ทราบถึงการกัดกร่อนที่เกิดขึ้นบนผิวของอะลูมิเนียมเช่นเดียวกันกับเหล็ก ดังแสดงในตารางที่ 1 พบปริมาณธาตุออกซิเจนซึ่งเป็นส่วนผสมหลักของออกไซด์สูงทั้งภายนอกและภายในรอยต่อเกยของเหล็กและอะลูมิเนียม แต่เป็นที่น่าสนใจคือ พบธาตุอะลูมิเนียม (A) อยู่บนพื้นผิวของผิวเหล็ก แสดงให้เห็นถึงการเกิดการแลกเปลี่ยนอิเล็กตรอนภายในระหว่างอะลูมิเนียมกับเหล็ก ซึ่งเป็นการกัดกร่อนแบบกัลวานิกขึ้นบนรอยต่อเกยและทำให้อะลูมิเนียมเกิดการกัดกร่อนได้เร็วยิ่งขึ้นผลวิเคราะห์ที่ได้เป็นการแสดงค่าในลักษณะของธาตุเดี่ยวเท่านั้นการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบถึงชนิดของสารประกอบ เช่น Al_2O_3 หรือ Fe $_2O_3$ ควรกระทำต่อไปด้วยกรรมวิธีอื่น เช่น การวัดการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์

ผลการวิเคราะห์การกระจายตัวรังสีเอ็กซ์ดังแสดงใน ตารางที่ 4.1 และภาพถ่าย SEM พบว่าการกัดกร่อนแบบกัลวานิกได้เกิดขึ้นในพื้นที่ของรอยต่อเกย เนื่องจากการตรวจพบของอะลูมิเนียมบนผิวของเหล็ก โดยเกิดการกัดกร่อนแบบกัลลานิกนี้มีลักษณะคล้ายกับงานวิจัยของ Kimapong [24] ที่อธิบายให้ทราบถึงกลไกการเกิดดังนี้

การเกิดออกซิเดชั่นของโลหะ $$M \rightarrow M^{+} + ne \quad (4.1)$$

การเกิดออกซิเดชั่นของ Fe $$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e \quad (4.2)$$

การเกิดออกซิเดชั่นของ Al $$Al \rightarrow Al^{3} + 3e \quad (4.3)$$

การเกิดรีดักชั่นของออกซิเจนในสารละลาย $$O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^{-} \quad (4.4)$$

ปฏิกิริยารวมของด้าน Fe $$O_2 + 2H_2O + O_2 \rightarrow Fe^{2+} + 4OH \rightarrow 2Fe(OH)_2 \downarrow \quad (4.5)$$

การเกิดออกซิเดชั่นของสมาการ (4.4) $$2Fe(OH)_2 + H_2O + 1/2O_2 \rightarrow 2Fe(OH)_3 \quad (4.6)$$

ปฏิกิริยารวมของด้าน Al $$4Al + 3O_2 + 6H_2O \rightarrow 4Al(OH)_3 \quad (4.7)$$

$$Fe(OH)_3 \rightarrow Fe_2O_3 \cdot H_2O \quad (4.8)$$

$$Al(OH)_3 \rightarrow Al_2O_3 \cdot H_2O \quad (4.9)$$

ขณะเดียวกันระหว่างการเกิดการกัดกร่อนในรอยต่อเกยปฏิกิริยาเหล่านี้ได้เกิดขึ้น

Al อิออนรับอิเล็กตรอนที่ด้าน Fe $Al^{3+} + 3e \rightarrow Al$ (4.10)

ปฏิกิริยารวมที่ด้าน Fe $2Al + Fe(OH)_3 \rightarrow Al(OH)_3 + 2Fe$ (4.11)

เขียนปฏิกิริยารวมที่ด้าน Fe ใหม่ $2Al + Fe_2O_3.H_2O \rightarrow Al_2O_3.H_2o + 2Fe$ (4.12)

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นตามสมการ 4.10 ถึง 4.11 เป็นกลไกที่แสดงให้ทราบถึงการถ่ายเท Al ไปสู่ด้าน Fe ตามปฏิกิริยากัลวานิก อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์รูปแบบของสารประกอบบนพื้นผิวของรอยต่อเกยด้วยเครื่องมือที่มีความถูกต้องเที่ยงตรงกว่าการวิเคราะห์การกระจายตัวของรังสีเอ็กซ์ เช่น การเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ควรมีการวิเคราะห์ต่อไป